

Planeamento Avançado da Qualidade do Produto numa fábrica de pneus

Manuel Sollari Allegro Soveral Casal

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa

Orientador na Empresa: Eng.^a Sofia Freitas



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2016-06-23

*"The most important issue in the world can be simplified
to the point where everyone can enjoy it and understand it.
That is - or should be - the highest form of art"*

Charles Chaplin

Resumo

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e desenvolvida em ambiente empresarial no Departamento da Qualidade da Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A.

A dissertação enquadrou-se no novo projeto da empresa que consiste na criação de uma nova área de negócio de fabrico de pneus especiais. As atividades deste trabalho foram desenvolvidas em duas fases complementares.

De forma a garantir a compreensão transversal dos processos, começou-se por estudar a constituição de um pneu, o seu processo produtivo e a estrutura do sistema de gestão da qualidade existente para os pneus ligeiros. Esta 1ª fase culminou com o desenho de integração de um novo sistema de gestão da qualidade, adaptado aos desafios desta nova realidade.

A 2ª fase do projeto consistiu no Planeamento Avançado da Qualidade do novo tipo de pneu produzido e respetivo processo de fabrico. A metodologia seguida foi uma abordagem por processos, aplicando-se diversas ferramentas da fase de desenvolvimento do processo deste método desenvolvido pelo AIAG, tais como o Diagrama de Fluxo, o PFMEA, o Plano de Controlo, Folhas de Registo e Instruções de Trabalho. O resultado desta fase foi a obtenção da documentação protótipo dos processos, estando os seguintes apresentados neste trabalho:

- Transporte, receção e armazenamento dos materiais;
- Produção de camada simples na Calandra de 3 Rolos;
- Corte de tela e cinta têxtil na Máquina de Corte;
- Construção de talões na Máquina de Talões;
- Aplicação de cunhas e *flippers* na Máquina de Cunhas.

Para além disso, no desenvolvimento deste projeto foram realizados dois estudos:

- Estudo preliminar da capacidade para aceitação de uma máquina modificada;
- Estudo de repetibilidade e reprodutibilidade para análise de sistemas de medição.

Advanced Product Quality Planning in a tire factory

Abstract

The present dissertation was conducted under the Master in Mechanical Engineering of the Faculty of Engineering of the University of Porto and developed at the Quality Department of the company Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A.

The dissertation framed in the company's new project that consists in the creation of a new business area of special tires manufacturing. The activities of this work were developed in two complementary phases.

In order to understand all the processes, the first step was to study the constitution of a tire, its production process and the structure of the existing quality management system for the light tires. This 1st phase culminated with the integration design of a new quality management system, adapted to the challenges of this new reality.

The 2nd phase of the project consisted in the Advanced Quality Planning of the new product and respective manufacturing process. The methodology followed was a process approach and were applied various tools of the process development phase of this method developed by AIAG, such as Flow Diagram, PFMEA, Control Plan, Checklists and Work Instructions. The result of this phase was the development of the prototype process documentation. The following process are presented in this work:

- Transportation, reception and storage of materials;
- Single layer production in the 3 Rolls Calender;
- Ply and textile belt cut in the Cutting Machine;
- Bead core construction in the Bead Machine;
- Application of apex and flipper in the Apex Machine.

Furthermore, two studies were conducted in the development of this project:

- Preliminary capability study to evaluate a modified machine;
- Repeatability and reproducibility study for measurement systems analysis.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à minha família, aos bons amigos que fiz ao longo destes 5 anos de curso e à Leonor por todo o apoio e confiança que sempre me transmitiram.

Em segundo lugar desejo agradecer ao meu orientador Eduardo Gil da Costa pelo acompanhamento e disponibilidade demonstrados ao longo de todo o projeto.

Por último não poderia deixar de agradecer à Continental pelo prémio e oportunidade oferecidos e a todas as pessoas do Departamento da Qualidade, especialmente à Sofia Freitas, ao José Campos por todo o conhecimento partilhado, ao Vítor Gomes por toda a ajuda prestada e ao Tiago, Miguel, Torres e Casimiro por todos os bons momentos passados.

Muito obrigado a todos!

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	Apresentação da empresa	1
1.3	Objetivos do projeto	2
1.4	Método seguido no projeto	3
1.5	Estrutura da dissertação	3
2	Revisão bibliográfica	4
2.1	Conceito de Qualidade	4
2.2	Sistema de Gestão da Qualidade	5
2.3	Planeamento Avançado da Qualidade do Produto	6
2.4	Ferramentas associadas ao APQP	8
2.4.1	Diagrama de Fluxo	8
2.4.2	Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos	9
2.4.3	Plano de Controlo, Folha de Registo e Instrução de Trabalho	11
2.4.4	Estudo Preliminar da Capacidade do Processo	12
2.4.5	Análise dos Sistemas de Medição	14
3	Retrato da situação inicial	16
3.1	Constituição do pneu	16
3.2	Processo produtivo do pneu	19
3.3	Sistema de Gestão da Qualidade dos pneus ligeiros	20
3.4	Projeto dos pneus especiais	22
3.5	Enquadramento no Planeamento Avançado da Qualidade do Produto	23
4	Apresentação das atividades desenvolvidas	25
4.1	Planeamento do Sistema de Gestão da Qualidade dos pneus especiais	25
4.2	Considerações sobre a análise e documentação dos processos	26
4.3	Transporte, receção e armazenamento dos materiais	29
4.4	Produção de camada simples na Calandra de 3 Rolos	30
4.4.1	Estudo preliminar da capacidade da máquina	31
4.5	Corte de tela e cinta têxtil na Máquina de Corte	35
4.5.1	Estudo do método de medição do ângulo de corte	36
4.6	Construção de talões na Máquina de Talões	39
4.7	Aplicação de cunhas e <i>flippers</i> na Máquina de Cunhas	40
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro	41
	Referências	43
ANEXO A:	Modelos do FMEA, Plano de Controlo e Instrução de Trabalho utilizados	44
ANEXO B:	Tabelas de classificação dos índices do FMEA	47
ANEXO C:	Proposta de integração do Sistema de Gestão da Qualidade	50
ANEXO D:	Quadro Sinóptico Geral de Fabrico e Controlo	53
ANEXO E:	Transporte, receção e armazenamento dos materiais	54
ANEXO F:	Calandragem de Camadas Simples	57
ANEXO G:	Estudo CIV	62
ANEXO H:	Corte de Tela Têxtil	64
ANEXO I:	Corte de Cinta Têxtil	67
ANEXO J:	Estudo R&R	70
ANEXO K:	Construção de Talões	76
ANEXO L:	Aplicação de Cunhas e <i>Flippers</i>	79

Siglas

AIAG	<i>Automotive Industry Action Group</i>
APQP	<i>Advanced Product Quality Planning</i> (Planeamento Avançado da Qualidade do Produto)
CIV	<i>Calender Inherent Variations</i>
CST	<i>Continental Speciality Tires</i>
DFMEA	<i>Design Failure Mode and Effects Analysis</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos)
ISO	<i>International Organization of Standardization</i>
MES	<i>Machine and Equipment Standard</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PFMEA	<i>Process Failure Mode and Effects Analysis</i>
PLT	<i>Passenger and Light Truck Tires</i>
PoMS	<i>Process oriented Management System</i>
PPAP	<i>Production Part Approval Process</i>
R&R	Repetibilidade e Reprodutibilidade
RPN	<i>Risk Priority Number</i>
RRO	<i>Radial Run-Out</i>
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SIPOC	<i>Supplier-Inputs-Process-Outputs-Costumer</i>

Índice de Figuras

Figura 1 – Instalações da Continental Mabor.....	2
Figura 2 - Estrutura de um Sistema de Gestão da Qualidade (fonte: adaptado de Pinto e Soares 2009).....	5
Figura 3 - Ciclo PDCA na gestão dos processos (fonte: adaptado de Pinto e Soares 2009).....	6
Figura 4 - Fases do método APQP (fonte: adaptado de Chrysler, Ford e General Motors 2008a).....	7
Figura 5 - Relação entre os índices C_p e C_{pk}	13
Figura 6 - Representação do núcleo do talão (fonte: Continental Mabor)	16
Figura 7 - Representação da cunha do talão (fonte: Continental Mabor).....	16
Figura 8 - Representação da camada interna (fonte: Continental Mabor).....	17
Figura 9 - Representação da tela têxtil (fonte: Continental Mabor)	17
Figura 10 - Representação da cinta metálica (fonte: Continental Mabor).....	17
Figura 11 - Representação do cap ply (fonte: Continental Mabor)	18
Figura 12 - Representação do reforço do talão (fonte: Continental Mabor)	18
Figura 13 - Representação da parede lateral (fonte: Continental Mabor)	18
Figura 14 - Representação do piso (fonte: Continental Mabor)	19
Figura 15 - Fases do processo produtivo do pneu	19
Figura 16 - Mapa geral de processos do Sistema de Gestão da Qualidade da empresa	21
Figura 17 - Modelo de diagrama de tartaruga	21
Figura 18 – Pirâmide estrutural do Sistema de Gestão da Qualidade da empresa	22
Figura 19 - Enquadramento do projeto dos pneus especiais no método APQP	23
Figura 20 - Metodologia aplicada na análise dos processos.....	28
Figura 21 - SIPOC do transporte, receção e armazenamento dos materiais.....	29
Figura 22 - Exemplo PFMEA do transporte, receção e armazenamento dos materiais	29
Figura 23 - SIPOC da produção de camada simples	30
Figura 24 - Largura e espessura da camada simples	30
Figura 25 – Exemplo PFMEA da produção de camada simples	30
Figura 26 - Preparação das amostras do estudo CIV	31
Figura 27 - Medição do peso das amostras individuais circulares	32
Figura 28 - Variação da espessura (mm) na direção da máquina e do perfil	33
Figura 29 - Variação do peso (g/m^2) na direção da máquina e do perfil.....	34
Figura 30 - SIPOC do corte de tela e cinta têxtil.....	35
Figura 31 - Sobreposição e degrau da emenda no corte de tela e cinta têxtil.....	35
Figura 32 – Exemplo PFMEA do corte de tela têxtil	35
Figura 33 - Medição direta com a suta	36

Figura 34 - Medição indireta através do método da Hipotenusa.....	36
Figura 35 - Medição indireta através do método das Diagonais	37
Figura 36 - SIPOC da construção de talões.....	39
Figura 37 – Geometria do núcleo, diâmetro interno e sobreposição da emenda dos talões.....	39
Figura 38 – Exemplo PFMEA da construção de talões.....	39
Figura 39 - SIPOC da aplicação de cunhas e flippers	40
Figura 40 - Montagem dos elementos e sobreposição e degrau da emenda do flipper	40
Figura 41 - Exemplo PFMEA da aplicação de cunhas e flippers	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Princípios da gestão da qualidade (fonte: adaptado de ISO 9001:2015)	4
Tabela 2 - Critérios de avaliação dos sistemas de medição (fonte: adaptado de Chrysler, Ford, Motors 2010)	15
Tabela 3 - Saídas da 3ª fase do método APQP (Fonte: adaptado de Chrysler, Ford e General Motors 2008a)	24
Tabela 4 - Sistema de Gestão da Qualidade independente	25
Tabela 5 - Sistema de Gestão da Qualidade integrado	26
Tabela 6 - Efeitos Potencias de Falha do PFMEA	28
Tabela 7 - Partição de variâncias da espessura.....	32
Tabela 8 - Resumo dos resultados da espessura	33
Tabela 9 - Partição de variâncias do peso.....	33
Tabela 10 - Resumo dos resultados do peso.....	34
Tabela 11 - Resultados do 1º conjunto de estudos R&R	37
Tabela 12 - Resultados do 2º conjunto de estudos R&R	38

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e foi desenvolvida em ambiente empresarial na Continental Mabor – Indústria de Pneus, S.A.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A Continental Mabor encontra-se atualmente em processo de expansão, resultado da sua política de crescimento e aposta em ser líder de mercado. Este processo envolve a criação de uma nova área de negócio que consiste no fabrico de pneus especiais, na qual este trabalho se enquadra.

A indústria automóvel é um dos mais avançados, exigentes e importantes setores económicos do mundo. As empresas envolvidas nesta área têm de estar em constante evolução e focadas na melhoria contínua, procurando encontrar formas mais eficientes de operar. Apenas assim é possível ganhar vantagens competitivas sobre os seus rivais, satisfazer os clientes e prosperar.

O projeto descrito no presente relatório envolveu duas fases complementares, nomeadamente o desenho do sistema de gestão da qualidade da nova unidade fabril e o planeamento avançado da qualidade do novo tipo de pneu produzido.

1.2 Apresentação da empresa

A Continental Mabor foi fundada no ano de 1989 em Lousado no concelho de Vila Nova de Famalicão, como empresa ligada à indústria de pneus. O seu nome provém da união de duas empresas de renome na manufatura da borracha, a Mabor, a nível nacional, e a Continental AG., de dimensão mundial. Uma fotografia das instalações atuais da empresa é apresentada na Figura 1.

A Continental AG nasceu em 1871 e tem a sua sede em Hannover na Alemanha, sendo atualmente uma das principais empresas mundiais de produção de componentes para a indústria automóvel. Em Portugal, para além da Mabor conta com mais quatro empresas: a Indústria Têxtil do Ave que produz tecidos têxteis para pneus, a Continental Lemmerz que é responsável pela montagem de componentes, a Continental Teves que fabrica sistemas de travagem e, por último, a Continental Pneus que é responsável pela comercialização dos pneus.

A Mabor – Manufatura Nacional de Borracha, S.A., criada em 1946, foi a primeira fábrica de pneumáticos de Portugal. No ano de 1990, teve início o grande programa de investimento e reestruturação da Mabor, que transformou as suas antigas instalações numa das mais modernas unidades de produção de pneus ligeiros do grupo Continental.



Figura 1 – Instalações da Continental Mabor

Atualmente a Continental Mabor conta com mais de 1700 trabalhadores e tem uma produção anual superior a 17 milhões de pneus, dos quais cerca de 98% são exportados. Mais de metade da produção é absorvida para o designado “mercado de substituição” (oficinas de pneus), sendo a parte restante distribuída pelas linhas de montagem dos mais prestigiados construtores da indústria automóvel. A empresa apresenta-se como uma das mais complexas fábricas do grupo, produzindo uma vasta gama de artigos, tipos e marcas de pneus.

A Continental Mabor tem uma estrutura organizacional funcional dividida em 11 departamentos. Este projeto insere-se no Departamento da Qualidade, que tem como principais responsabilidades:

- Implementar, manter e rever o sistema de gestão da qualidade;
- Aplicar ferramentas para análise de problemas e melhoria contínua dos produtos e processos de fabrico;
- Realizar o planeamento da qualidade;
- Monitorizar os processos e quando necessário tomar ações para garantir o cumprimento das especificações dos produtos e processos;
- Analisar os custos da não qualidade e implementar ações para a sua redução;
- Programar e gerir o sistema de auditorias internas e externas;
- Analisar e responder a reclamações de clientes;
- Garantir o cumprimento dos requisitos dos clientes e a sua divulgação pela organização.

O Departamento da Qualidade está dividido em quatro áreas: Laboratório e processos, Uniformidade, Produto e processos, e Sistemas, clientes e melhoria contínua, sendo as mais relevantes para o desenvolvimento deste projeto as últimas duas áreas.

1.3 Objetivos do projeto

Com a criação da nova área de negócio dos pneus especiais surge a necessidade de:

- Implementar um sistema de gestão da qualidade eficaz, adaptado aos desafios desta nova realidade;
- Garantir que as etapas do desenvolvimento e lançamento do novo produto/processo são finalizadas corretamente e a tempo;
- Compreender e satisfazer todos os requisitos dos clientes.

Tendo em consideração estas necessidades, os objetivos pretendidos com este projeto são:

- Desenhar e planear a melhor solução de implementação do novo sistema de gestão da qualidade;
- Aplicar as ferramentas e técnicas necessárias para assegurar a qualidade do produto;
- Desenvolver a documentação protótipo de suporte dos processos estudados.

1.4 Método seguido no projeto

O projeto começou com o estudo dos componentes e processo produtivo do pneu, e a análise da estrutura e documentação do sistema de gestão da qualidade existente, de modo a garantir a compreensão transversal dos processos. Esta fase culminou com a definição do novo sistema de gestão da qualidade e apresentação de uma possível solução de implementação.

A 2ª fase do projeto consistiu no planeamento avançado da qualidade do pneu especial e respetivo processo de fabrico. A metodologia seguida foi uma abordagem por processos. Para tal, aplicou-se um conjunto de técnicas e ferramentas para garantir a qualidade do produto/processo e elaborou-se a necessária documentação de suporte, que se divide em quatro níveis sequenciais:

- *Draft* – consiste num esboço inicial;
- Protótipo – revisão após reunião com áreas relevantes para o processo;
- Preliminar – aprovado pelas áreas relevantes e integrado no sistema de gestão da qualidade;
- Final – versão final do documento para a produção regular.

Esta fase terminou com a obtenção da documentação dos processos no nível de protótipo. Paralelamente, foram realizados um estudo preliminar da capacidade de uma máquina e um estudo de análise de sistemas de medição.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo foi efetuado um breve enquadramento do projeto e da empresa em que decorreu, descritos os objetivos pretendidos e a metodologia seguida na realização do projeto.

No capítulo 2 são apresentados os fundamentos teóricos e principais ferramentas utilizadas no decorrer do projeto, resultado de uma profunda pesquisa bibliográfica.

No capítulo 3 é explicado a constituição do pneu e o seu processo produtivo, o sistema de gestão da qualidade dos pneus ligeiros e é apresentado o projeto em curso dos pneus especiais.

No capítulo 4 são apresentadas as atividades desenvolvidas ao longo do projeto, detalhando-se o planeamento definido, os processos tratados e os estudos conduzidos.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões do trabalho realizado e possibilidades de trabalhos futuros.

2 Revisão bibliográfica

Neste capítulo é feito o enquadramento teórico do projeto e revistas as técnicas aplicadas no decorrer do mesmo. Nos primeiros dois subcapítulos são explicados o conceito de “qualidade” e as suas diferentes dimensões, a importância das normas internacionais, a constituição de um Sistema de Gestão da Qualidade e os potenciais benefícios da sua implementação. Nos restantes subcapítulos é apresentado o método do Planeamento Avançado da Qualidade do Produto e as suas ferramentas relevantes para este trabalho.

2.1 Conceito de Qualidade

As preocupações com a qualidade sempre existiram e são de certo modo intrínsecas à natureza humana. O aumento da concorrência resultado da globalização dos mercados, da evolução técnica e tecnológica, bem como das exigências crescentes e diferenciadas dos clientes, tornam cada vez mais a qualidade um elemento essencial do sucesso das organizações, constituindo um dos pilares fundamentais da competitividade (Pires 2004).

Devido à temporalidade e à complexidade do conceito da qualidade não existe uma única e precisa definição, mas sim várias definições e modelos que resultam do contributo de diversos autores de referência, tal como Juran que definiu concisamente qualidade como “aptidão ao uso” ou Crosby que descreveu a qualidade como sendo “conformidade com as especificações” (Pires 2004).

Os sete princípios da gestão da qualidade definidos pela *International Organization of Standardization* (ISO) encontram-se referidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Princípios da gestão da qualidade (fonte: adaptado de ISO 9001:2015)

Foco no cliente	O principal foco da gestão da qualidade é a satisfação dos requisitos dos clientes e o esforço para exceder as suas expectativas.
Liderança	Líderes, em todos os níveis, estabelecem a finalidade, a orientação e a criação de condições que permitam o pleno envolvimento das pessoas para se atingirem os objetivos de qualidade da organização.
Comprometimento das pessoas	Pessoas competentes, motivadas e envolvidas, em todos os níveis da organização, são essenciais para aumentar a sua capacidade de criação e oferta de valor.
Abordagem por processos	Resultados consistentes e previsíveis são alcançados de forma mais eficaz e eficiente quando as atividades são compreendidas e geridas como processos interrelacionados que funcionam como um sistema coerente.
Melhoria	Organizações bem-sucedidas têm um contínuo foco na melhoria.
Tomada de decisão baseada em evidências	Decisões com base na análise e avaliação de dados e informações são mais propensas a produzir os resultados desejados.
Gestão das relações	Para o sucesso sustentado, uma organização gere as suas relações com as partes interessadas, tais como fornecedores.

A ISO define qualidade como “o grau de satisfação de requisitos dado por um conjunto de características intrínsecas”. Uma organização focada na qualidade deve promover uma cultura de comportamentos, atitudes, atividades e processos que proporcione valor através da satisfação das necessidades e expectativas dos seus clientes e das outras partes relevantes interessadas. Assim, a qualidade dos produtos e serviços de uma organização é determinada pela capacidade de satisfazer os seus clientes (Qualidade 2015a).

2.2 Sistema de Gestão da Qualidade

Atualmente as organizações apostam cada vez mais no desenvolvimento de uma cultura focada nos princípios de qualidade, apoiada e validada pela implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) reconhecido por uma entidade certificadora externa e regido por um conjunto de normas internacionais.

As normas da família ISO 9000 foram desenvolvidas para apoiar as organizações na implementação e operação de sistemas de gestão da qualidade eficazes, e para regular e harmonizar o comércio internacional. As mais importantes normas são a ISO 9000, que descreve os fundamentos do SGQ e especifica a terminologia aplicada, a ISO 9001, que especifica os requisitos para a implementação de um SQG, e a ISO 9004, que fornece linhas de orientação para a melhoria de desempenho do sistema. A Norma ISO/TS 16949 consiste numa especificação técnica resultante do desenvolvimento e adaptação da ISO 9001 para a indústria automóvel (Standardization 2009).

O SGQ é a estrutura organizacional desenvolvida para gerir e garantir a qualidade, estabelecendo as políticas, as autoridades, as responsabilidades e os procedimentos da organização, bem como os recursos necessários para alcançar os objetivos da qualidade. A espinha dorsal de qualquer SGQ é a sua documentação. Normalmente os documentos estruturam-se em quatro níveis hierárquicos, conforme pode ser observado na Figura 2 (Pinto e Soares 2009).

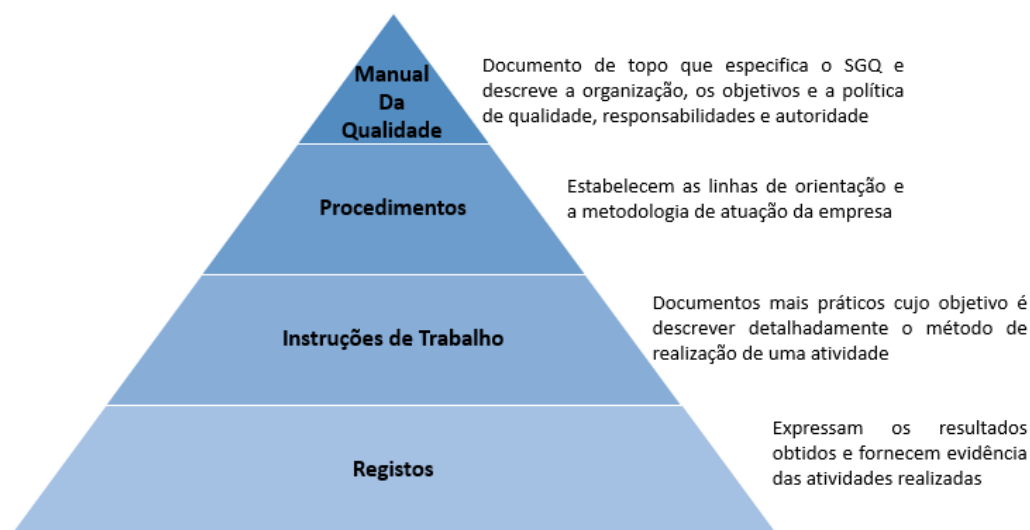


Figura 2 - Estrutura de um Sistema de Gestão da Qualidade (fonte: adaptado de Pinto e Soares 2009)

A implementação de um SGQ assente nas normas internacionais deve ser encarado como uma mais-valia para toda a organização, tendo como potenciais benefícios transmitir confiança e demonstrar a sua aptidão para fornecer de forma consistente produtos e serviços que satisfaçam os requisitos dos clientes e as exigências estatutárias e regulamentares aplicáveis,

bem como aumentar a satisfação do cliente através da aplicação eficaz do sistema e sua melhoria contínua. É por estes motivos uma decisão estratégica capaz de proporcionar uma base sólida para o desenvolvimento sustentável da organização (Qualidade 2015b).

A ISO define um processo como um “conjunto de atividades interrelacionadas ou interatuantes que transformam entradas em saídas”. A Norma ISO 9001 promove a adoção de uma abordagem por processos ao desenvolver, implementar e melhorar a eficácia de um SGQ, de modo a satisfazer os requisitos do cliente e a aumentar a sua satisfação. Esta abordagem proporciona uma grande visibilidade e controlo das interações entre os processos, permitindo assim a melhoria do desempenho global da organização. Os processos e o sistema podem ser geridos como um todo utilizando o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), conforme representado na Figura 3. Esta Norma fomenta ainda o pensamento baseado em risco, que visa planear e implementar ações para tratar os riscos e as oportunidades e prevenir resultados indesejados (Qualidade 2015b).

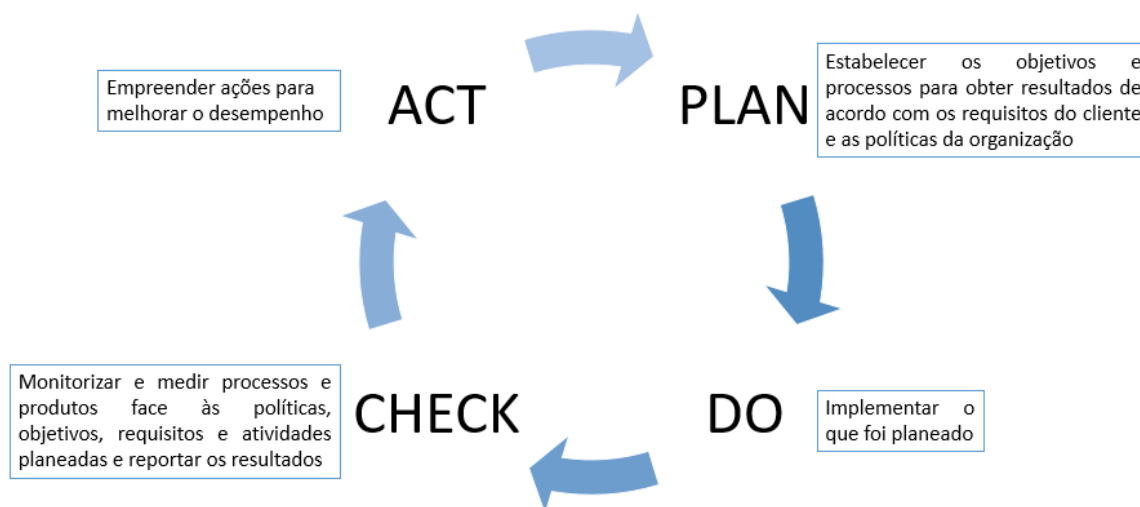


Figura 3 - Ciclo PDCA na gestão dos processos (fonte: adaptado de Pinto e Soares 2009)

2.3 Planeamento Avançado da Qualidade do Produto

O Planeamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP – *Advanced Product Quality Planning*) é um método estruturado de definição e estabelecimento dos passos necessários para garantir que um produto novo ou modificado satisfaz os requisitos do cliente. Foi desenvolvido para a indústria automóvel pelo *Automotive Industry Action Group* (AIAG), constituído pela Chrysler, Ford e General Motors, de forma a normalizar os procedimentos de planeamento da qualidade e de aceitação dos produtos, mas é aplicável a qualquer organização (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

O objetivo principal do APQP é facilitar e promover a comunicação entre as funções envolvidas para assegurar que todos os passos necessários ao desenvolvimento e lançamento de um produto são terminados corretamente e a tempo (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

Este método tem como potenciais benefícios evitar o desperdício, identificar possíveis problemas numa fase inicial, assegurar que existe um planeamento atempado, reduzir a complexidade do processo de elaboração de planos da qualidade, direcionar recursos para a satisfação do cliente, evitar alterações não planeadas e tardias, e proporcionar um produto de qualidade, a tempo e ao menor custo (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

Para garantir o sucesso do programa é fundamental o interesse e envolvimento de uma equipa multifuncional que tenha o total apoio da direção de topo. É importante realçar que cada

APQP é único, uma vez que os produtos têm diferentes graus de complexidade, os produtores têm diferentes métodos de planeamento e os prazos e sequências de execução dependem dos próprios clientes. No entanto, quanto mais cedo começar o planeamento, melhor.

Não é algo novo para uma organização pois todos os programas ou atividades têm algum tipo de planeamento associado, apesar de muitas vezes não estarem formalmente reconhecidos. A sua implementação não deve ser por isso interpretada como uma tarefa adicional e complexa a realizar, mas sim como uma mais-valia para a organização e um fator diferenciador em relação aos seus concorrentes (Thisse 1998).

O APQP termina com o envio de amostras retiradas de uma corrida de produção significativa para comprovar que a qualidade do produto foi alcançada, sendo esta atividade designada por *Production Part Approval Process* (PPAP). O PPAP consiste na aprovação final pelo cliente e é o resultado da aplicação de todo o método APQP (Chrysler, Ford, e Motors 2006).

O processo APQP é constituído por cinco fases, ilustradas na Figura 4, que têm como base o ciclo PDCA. A saída de uma fase é a entrada da fase seguinte (Thisse 1998).



Figura 4 - Fases do método APQP (fonte: adaptado de Chrysler, Ford e General Motors 2008a)

Fase 1 – Planeamento (*Plan*)

Descreve como determinar as necessidades e expectativas dos clientes de forma a planear e definir um programa de qualidade. O objetivo é garantir que os requisitos dos clientes estão totalmente entendidos antes de avançar com o desenvolvimento e *design* do produto e do processo. Para tal é essencial analisar a voz do cliente (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

Fase 2 - Desenvolvimento do produto (*Do*)

Concentra-se em desenvolver as características de *design* do produto numa forma próxima da final e assegurar que o mesmo é exequível, ao satisfazer o volume e plano de produção e ser consistente com a capacidade de atender a todos os requisitos dos clientes. A voz do cliente deve ser traduzida num *design* final que possa ser produzido de forma eficaz e eficiente (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

Fase 3 - Desenvolvimento do processo (*Do*)

Aborda as características principais do desenvolvimento do sistema de fabrico e planos de controlo para obter produtos com qualidade. O foco é a criação de um processo eficaz que permita produzir o *design* desenvolvido na fase anterior, com a qualidade, com o custo e nas quantidades definidas, e que simultaneamente assegure a satisfação das necessidades e expectativas dos clientes (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

Fase 4 - Validação do produto e do processo (*Check*)

Consiste na aprovação do *design* e do processo de fabrico desenvolvidos nas fases anteriores através da avaliação de uma produção de teste. Durante o teste experimental deve-se analisar se os planos de controlo e os diagramas de fluxo do processo são cumpridos e se os produtos satisfazem os requisitos dos clientes. Novas preocupações ou requerimentos podem ser identificados nesta fase e devem ser resolvidos antes da produção regular (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

Fase 5 - *Feedback*, avaliação e ações corretivas (*Act*)

O planeamento da qualidade não termina com a validação e com a implementação do processo. Nesta fase deve-se avaliar a eficácia do planeamento da qualidade conduzido e, através da experiência adquirida, analisar pontos a melhorar. O objetivo é a redução da variação, o aumento da satisfação do cliente, o cumprimento dos prazos de entrega e a prestação de um serviço excecional, resultado do fortalecimento da relação fornecedor/ cliente e de uma filosofia de resolução de problemas e de melhoria contínua (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

A constante orientação para o cliente e os princípios de contínua melhoria, de liderança e de gestão dos recursos, de controlo e de monitorização dos processos, e de prevenção, análise e mitigação dos riscos presentes no APQP são compatíveis e estão disseminados nas normas internacionais de referência. Assim conclui-se que este método, para além de garantir a qualidade do produto e a consequente satisfação do cliente, constitui uma válida plataforma para o desenvolvimento e implementação de um SGQ na organização.

2.4 Ferramentas associadas ao APQP

O APQP utiliza um conjunto de métodos, ferramentas e técnicas analíticas ao longo das suas fases interligadas. Neste subcapítulo são apresentadas e aprofundadas as ferramentas aplicadas neste projeto, nomeadamente o Diagrama de Fluxo, o *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), em português Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos, o Plano de Controlo, Folha de Registo e Instrução de Trabalho, o Estudo Preliminar da Capacidade do Processo e a Análise dos Sistemas de Medição.

2.4.1 Diagrama de Fluxo

Como referido anteriormente, a ISO define um processo como um “conjunto de atividades interrelacionadas ou interatuantes que transformam entradas em saídas” e promove a adoção de uma abordagem por processos. A modelização dos processos consiste numa técnica de descrição, documentação e análise dos mesmos, e permite a gestão eficaz dos processos do negócio.

O Diagrama de Fluxo (ou fluxograma), uma das sete ferramentas básicas da qualidade, é uma representação esquemática da sequência de operações de um processo. Utiliza uma simbologia simples e de fácil interpretação para caracterizar os diferentes tipos de atividades, como uma operação, transporte, controlo ou armazenamento, e as suas ligações (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

O objetivo desta ferramenta é transmitir uma imagem clara e rápida da sequência das várias etapas e analisar a globalidade do processo. Permite a identificação das atividades e ligações críticas e realçar as fontes de variação do processo (Press 2004).

O Diagrama de Fluxo deve ser considerado para a elaboração do FMEA e do Plano de Controlo. A sequência e a numeração das etapas do processo devem ser coincidentes nos diferentes documentos e devem ser revistas e atualizadas periodicamente.

2.4.2 Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos

A Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA) é uma metodologia analítica utilizada para garantir que os potenciais problemas no desenvolvimento ou modificação de um produto ou processo foram considerados e analisados (Chrysler, Ford, e Motors 2008b).

O FMEA é uma ferramenta de gestão de risco, de resolução de problemas e de suporte à melhoria contínua amplamente utilizado na indústria, mas aplicável em qualquer organização. A sua implementação é recomendada pelas normas internacionais. O foco na gestão de risco consiste em identificar potenciais perigos, em estimar e avaliar os riscos associados, em controlar esses riscos e em monitorizar a eficácia do controlo (Press 2004).

O FMEA é um documento vivo que deve ser elaborado por uma equipa multidisciplinar para assegurar a colaboração de todas as áreas funcionais relevantes no processo. O comprometimento da gestão de topo e o conhecimento dos requisitos do cliente são cruciais para se conseguir um FMEA e uma gestão de risco eficaz (Chrysler, Ford, e Motors 2008b).

O FMEA é um método sistemático de identificação das seguintes características:

- Função/ processo – especifica a função, a etapa do processo ou o item sob análise;
- Modo potencial de falha – forma como um produto ou processo pode falhar em satisfazer a função de *design* pretendido ou os requerimentos do processo. Assume-se que a falha pode ocorrer, mas não ocorre necessariamente;
- Efeitos potenciais – extensão dos efeitos do modo de falha notados ou experimentados pelo cliente;
- Causas potenciais – indicação das causas raiz do modo de falha, descrita como algo que pode ser corrigido ou controlado;
- Controlos atuais – atividades existentes para a prevenção ou deteção das falhas.

De forma a quantificar e hierarquizar os riscos relativos a cada falha e a estabelecer um plano de ações de melhoria a tomar, são atribuídos os seguintes índices:

- Severidade (S) – nível de impacto ou gravidade da falha no cliente;
- Ocorrência (O) – frequência expectável de aparecimento da falha;
- Deteção (D) – capacidade dos meios de controlo para detetar a falha antes de chegar ao cliente.

Existem tabelas de referência para classificar as diferentes falhas e assegurar resultados uniformes, sendo que os três índices variam entre 0 e 10. Quanto maior for a gravidade e a frequência da falha, maior serão os valores dos índices de Severidade e Ocorrência, respetivamente. O índice da Deteção será tanto maior quanto menor for a probabilidade de deteção da falha. O modelo de documento FMEA utilizado encontra-se no anexo A (Figura A1) e as tabelas de classificação dos índices no anexo B.

Após a classificação das falhas calcula-se o *Risk Priority Number* (RPN) que é o produto dos três índices (equação 2.1). O objetivo do RPN é identificar e ordenar as falhas mais críticas e priorizar ações de melhoria para eliminar ou reduzir as falhas.

$$\text{RPN} = \text{Severidade} \times \text{Ocorrência} \times \text{Deteção} \quad (2.1)$$

$$0 \leq \text{RPN} \leq 1000$$

Quando a Severidade é muito elevada (9 a 10) deve-se ter uma especial atenção para garantir que o risco é devidamente tratado, independentemente do valor do RPN. Para um modo potencial de falha com diversos efeitos potenciais, deve-se considerar o que apresentar maior índice de Severidade (McDermott, Mikulak, e Beauregard 2008).

A intenção das ações corretivas recomendadas é diminuir o RPN e consequentemente o risco global, através da melhoria dos três índices. Após a implementação das ações recomendadas e o registo dos resultados, os índices de Severidade, de Ocorrência e de Deteção devem ser reavaliados, sendo calculado o novo RPN (McDermott, Mikulak, e Beauregard 2008).

A utilização de uma linguagem clara e concisa no FMEA é um ponto-chave para a eficaz identificação e mitigação dos riscos, e para a retenção e partilha dos conhecimentos dentro da organização (Chrysler, Ford, e Motors 2008b).

Os principais benefícios em conduzir um estudo FMEA são (Press 2004):

- Garantir que as falhas potenciais e os seus efeitos e causas foram reconhecidos, avaliados e documentados;
- Identificar erros e rever as características críticas do produto e do processo;
- Definir e priorizar ações corretivas e preventivas para diminuir/eliminar as falhas;
- Melhorar a produtividade, a qualidade, a fiabilidade, a segurança e os custos;
- Proporcionar um meio de comunicação entre os diferentes departamentos;
- Aumentar a satisfação do cliente e a competitividade da empresa.

Apesar de todas estas vantagens, o estudo FMEA de sistemas complexos pode ser complicado, dispendioso e demorado, devido ao elevado consumo de recursos humanos necessários e à dificuldade de incorporar todos os fatores que podem influenciar o produto ou processo (Press 2004).

Para aumentar a probabilidade de sucesso de um programa FMEA é essencial que seja realizado antes da implementação do produto ou do processo, de forma a que eventuais revisões e alterações do projeto possam ser facilmente efetuadas. No entanto, a elaboração do FMEA não deve ser considerada um evento singular, mas sim um compromisso a longo prazo de avaliação e melhoria dos produtos e processos da organização (Chrysler, Ford, e Motors 2008b).

O FMEA divide-se em duas grandes fases, nomeadamente o *Design Failure Mode and Effects Analysis* (DFMEA) responsável por avaliar os riscos de falha associados ao desenvolvimento do produto e o *Process Failure Mode and Effects Analysis* (PFMEA) que avalia os riscos de falha relativos ao desenvolvimento do processo. Idealmente o DFMEA deve começar na fase inicial do *design* do produto e o PFMEA antes do desenvolvimento e aquisição de máquinas e de ferramentas de fabrico (Chrysler, Ford, e Motors 2008b).

O PFMEA assume que o *design* concebido é capaz de satisfazer os requisitos necessários. A sua realização deve começar com a definição dos requisitos do processo e com a análise do Diagrama de Fluxo e do DFMEA. O PFMEA foca-se apenas nos possíveis problemas resultantes do processo de fabrico. A informação contida nestes documentos deve ser consistente e sempre atualizada.

A utilização das duas vertentes do FMEA é importante para garantir que o produto e o processo são capazes de satisfazer sustentadamente as necessidades e expectativas do cliente.

2.4.3 Plano de Controlo, Folha de Registo e Instrução de Trabalho

Plano de Controlo (*Control Plan*)

Uma fase importante do planeamento da qualidade é o desenvolvimento de Planos de Controlo. O Plano de Controlo é uma ferramenta utilizada para ajudar a fornecer produtos de qualidade e de acordo com os requisitos do cliente, consistindo num método estruturado para o desenvolvimento, seleção e implementação de métodos de controlo que adicionam valor ao sistema (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

O Plano de Controlo é um documento vivo que resume os métodos de controlo e os sistemas de medição utilizados para minimizar as variações do produto e do processo e garantir um estado de controlo. Não deve substituir a informação detalhada contida na Instrução de Trabalho (Chrysler, Ford, e Motors 2008a).

O Plano de Controlo descreve a operação e os parâmetros a controlar, os métodos de verificação, a dimensão da amostra e a frequência de amostragem, as responsabilidades e os planos de reação a situações fora de controlo. Para além disso, deve referir as instruções de trabalho, as tolerâncias do processo e as folhas de registo correspondentes. Os métodos de controlo presentes devem ser coincidentes com os controlos atuais do PFMEA. O modelo de um Plano de Controlo encontra-se apresentado no anexo A (Figura A2).

Este documento deve ser desenvolvido e mantido por uma equipa multidisciplinar através da análise da informação disponível no Diagrama de Fluxo, no DFMEA e no PFMEA, e do conhecimento de características especiais do produto/processo, dos requisitos dos clientes e das lições aprendidas no passado. Um único Plano de Controlo pode ser aplicado a um conjunto de produtos que partilhem o mesmo processo (Press 2004).

O Plano de Controlo é executado em 3 fases distintas, nomeadamente (Chrysler, Ford, e Motors 2008a):

- Protótipo – descrição das medições, dos materiais e dos testes funcionais que vão ocorrer durante a construção de protótipos;
- Preliminar – descrição das medições, dos materiais e dos testes funcionais que vão ocorrer depois da construção de protótipos e antes da produção regular. Esta versão normalmente é utilizada até os processos de produção demonstrarem ser estatisticamente estáveis e capazes;
- Produção/Final – descrição das medições, dos materiais e dos testes funcionais que vão ser efetuados para o controlo das peças e processos na produção regular. É uma extensão lógica da versão preliminar.

Os potenciais benefícios em desenvolver e implementar um Plano de Controlo são (Press 2004):

- Melhorar a qualidade dos produtos durante o *design*, fabrico e montagem;
- Identificar fontes de variação do processo que têm impacto nas características do produto;
- Focar os recursos nos produtos e processos relacionados com as características importantes para o cliente;
- Reduzir o desperdício e os custos e aumentar a satisfação do cliente;
- Criar um canal adequado para comunicar alterações no produto ou processo, nos métodos de controlo e nas características avaliadas.

Folha de Registo (*Checklist*)

A Folha de Registo é um documento onde devem ser anotadas todas as medições e controlos efetuados, bem como eventuais anomalias que possam existir. O objetivo da utilização deste tipo de documentos é, através da recolha dos dados, evidenciar as atividades realizadas e analisar os resultados obtidos.

Instrução de Trabalho (*Work Instruction*)

A Instrução de Trabalho consiste num documento que explica detalhadamente o método correto de realização de uma atividade e cujo principal destinatário é o operador. Deve ser escrita de uma forma precisa de modo a permitir uma rápida e fácil compreensão da tarefa a efetuar, sendo aconselhado o uso de imagens para tornar o documento mais visual e interativo. A informação contida a Instrução de Trabalho deve estar de acordo com o Diagrama de Fluxo, o PFMEA e o Plano de Controlo do processo. O modelo de uma Instrução de Trabalho encontra-se no anexo A (Figura A3).

2.4.4 Estudo Preliminar da Capacidade do Processo

A capacidade de um processo consiste na sua aptidão para fornecer produtos ou serviços que satisfaçam consistentemente as necessidades dos clientes. Essas necessidades são definidas nos limites de especificação do processo obtidos através da análise da “voz do cliente”.

O estudo da capacidade é realizado para garantir que o desempenho da máquina, processo ou produto está de acordo com as tolerâncias estabelecidas e permite analisar continuamente a sua situação real. Constitui por isso uma fonte de informação para a deteção e correção de eventuais problemas, servindo de base para a definição de prioridades, elaboração de um plano de ações e tomadas de decisão com vista à melhoria contínua dos processos.

Existem dois tipos de causas de variação de um processo (Chrysler, Ford, e Motors 2005):

- Comuns – causas presentes num processo em controlo estatístico. São previsíveis, inerentes ao processo e têm um pequeno impacto. Originam uma distribuição estável e repetível ao longo do tempo;
- Especiais – causas presentes num processo fora de controlo. São imprevisíveis, intermitentes e têm um grande impacto. Originam uma saída do processo instável ao longo do tempo.

A capacidade de um processo é determinada pela variação associada às causas comuns. Assumindo um processo estável (ausência de causas especiais) e cuja saída segue uma distribuição aproximadamente normal, a capacidade do processo pode ser quantificada através de índices de capacidade:

O índice C_p compara a dispersão do processo com a máxima variação permissível indicada pela tolerância, avaliando quão bem o processo satisfaz os requisitos de variabilidade. Não é influenciado pela localização do processo. (Chrysler, Ford, e Motors 2005).

O C_p é calculado conforme indicado na equação 2.2. O denominador é multiplicado por 6 devido à convenção de ± 3 desvios padrões para a dispersão dos processos, amplitude essa que cobre aproximadamente 99,73% da distribuição normal.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (2.2)$$

O índice C_{pk} avalia a capacidade do processo ao comparar o seu centro com o limite de especificação mais próximo. Tem em consideração a localização do processo, diminuindo de valor à medida que a média se afasta do seu valor nominal (*off-target*). (Chrysler, Ford, e Motors 2005).

O C_{pk} é calculado conforme indicado na equação 2.3. Neste caso a dispersão é multiplicada pelo fator 3, pois este índice considera apenas o limite de especificação mais próximo.

$$C_{pk} = \frac{\min \{LSE - \text{média}; \text{média} - LIE\}}{3\sigma} \quad (2.3)$$

Onde:

LSE = Limite superior de especificação

LIE = Limite inferior de especificação

σ = Desvio padrão dos subgrupos

média = Média do processo

A relação entre os dois índices está representada na Figura 5. Um processo para ser considerado capaz deve ter o C_p e C_{pk} maiores que 1,33. É aconselhado utilizar e analisar os dois índices em conjunto e se o processo estiver centrado no seu valor nominal (*on-target*) têm igual valor. Um C_p significativamente superior ao C_{pk} indicia uma oportunidade de melhoria através da centralização do processo (Chrysler, Ford, e Motors 2005).

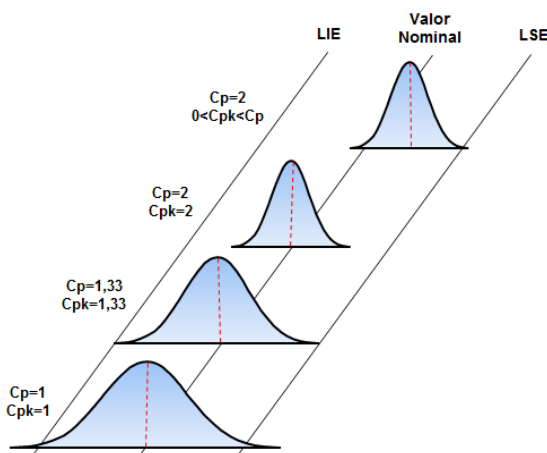


Figura 5 - Relação entre os índices C_p e C_{pk}

No estudo preliminar da capacidade para aceitação de máquinas novas ou modificadas C_p e C_{pk} são substituídos pelos índices C_m e C_{mk} , que representam a capacidade da máquina. A principal diferença reside no método de recolha de amostras pois o objetivo é analisar a variação dentro do subgrupo e não entre subgrupos. Deve ter-se um especial cuidado na preparação deste tipo de estudo porque é essencial minimizar as fontes de variação do processo, como a influência dos diferentes operadores, materiais ou condições ambientais. O estudo preliminar da capacidade da máquina consiste num estudo curto cujo propósito é analisar apenas as causas de variação associadas à máquina, quando a influência dos fatores externos permanece constante. A indústria automóvel exige normalmente um C_m e C_{mk} superiores a 1,67 para aceitação de máquinas.

2.4.5 Análise dos Sistemas de Medição

Um sistema de medição é o completo processo necessário para obter medições. Consiste num conjunto de instrumentos, calibres, normas, operações, pessoas e métodos usados para quantificar e avaliar os controlos mencionados nos Planos de Controlo (Chrysler, Ford, e Motors 2010).

De modo a possuir um sistema uniformizado para recolha de valores, devem estar bem definidos e documentados os procedimentos para os obter. Pretende-se com isto assegurar que a informação reunida seja coerente entre si e independente do instrumento utilizado, da pessoa ou do tempo.

Na análise dos sistemas de medição devem ser utilizados obrigatoriamente instrumentos de medição calibrados para recolha dos dados. É aconselhável que os instrumentos tenham no uma resolução (menor variação da grandeza de entrada que é possível ler na saída) igual a 1/10 da amplitude total da tolerância do parâmetro a medir (Chrysler, Ford, e Motors 2010).

Um importante estudo para avaliar os sistemas de medição é o estudo da sua repetibilidade e reprodutibilidade. Este tipo de estudo, normalmente designado por R&R, está apresentado de seguida e até ao final do presente capítulo.

Estudo de Repetibilidade e Reprodutibilidade (R&R)

Um estudo R&R avalia as seguintes características do sistema de medição (Chrysler, Ford, e Motors 2010):

- Repetibilidade – variação da medição de um operador quando executa várias vezes a mesma medição de uma característica usando o mesmo instrumento nas mesmas condições de medição. Representa a variação dentro do sistema. Geralmente designada por “variação do equipamento”;
- Reprodutibilidade – variação verificada entre vários operadores quando executam a mesma medição de uma característica usando o mesmo instrumento nas mesmas condições de medição. Representa a variação média entre sistemas. Geralmente designada por “variação dos operadores”.

O estudo R&R consiste numa estimativa da variação combinada da repetibilidade e da reprodutibilidade (equação 2.4), ou seja, é igual à soma das variâncias dentro do sistema e entre sistemas.

$$\sigma_{R\&R}^2 = \sigma_{Repetibilidade}^2 + \sigma_{Reprodutibilidade}^2 = \sigma_{EV}^2 + \sigma_{AV}^2 \quad (2.4)$$

Este estudo deve ser repetido quando existe uma alteração nas condições do processo e efetuado para cada aplicação do instrumento de medição, sempre nas mesmas condições ambientais e pelos mesmos operadores. Para sistemas de medição que demonstrem grande sensibilidade às condições ambientais ou grandes variações entre operadores, a avaliação R&R deve ser repetida periodicamente. Para sistemas de medição específicos ou cujas medições variem constantemente ao longo do processo, a tolerância de aceitação do estudo poderá ser superior com acordo do cliente.

Existem várias técnicas para analisar as fontes de variação dos dados no estudo dos sistemas de medição. A técnica preferencial é a Análise de Variâncias, conhecida por ANOVA, que permite decompor a variação em 4 componentes: repetibilidade do instrumento de medição, reprodutibilidade dos operadores, interação operador-amostra e variação das amostras (Chrysler, Ford, e Motors 2010).

A variação do sistema de medição como percentagem da variação total do processo, que é estimada a partir das amostras, é dada por (Chrysler, Ford, e Motors 2010):

$$\sigma_{R\&R} = \sqrt{\sigma_{EV}^2 + \sigma_{AV}^2} \quad (2.5)$$

$$\sigma_{TV} = \sqrt{\sigma_{R\&R}^2 + \sigma_{PV}^2} \quad (2.6)$$

$$\% R\&R_{\text{Variação Total}} = \frac{\sigma_{R\&R}}{\sigma_{TV}} \times 100 \quad (2.7)$$

Uma abordagem adicional para a análise do teste R&R consiste em comparar os resultados obtidos com o intervalo de tolerância do produto ou processo. Neste caso, a variação do sistema de medição como percentagem da amplitude de tolerância é dada por (Chrysler, Ford, e Motors 2010):

$$\sigma_{R\&R} = \sqrt{\sigma_{EV}^2 + \sigma_{AV}^2} \quad (2.8)$$

$$\sigma_{TV} = \frac{LSE - LIE}{6} \quad (2.9)$$

$$\% R\&R_{\text{Tolerância}} = \frac{\sigma_{R\&R}}{\sigma_{TV}} \times 100 \quad (2.10)$$

Onde:

σ_{EV} = Variação do equipamento

σ_{AV} = Variação dos operadores

σ_{PV} = Variação das amostras

$\sigma_{R\&R}$ = Variação combinada da repetibilidade e reprodutibilidade

σ_{TV} = Variação total

LSE = Limite superior de especificação

LIE = Limite inferior de especificação

% R&R = Variação do sistema de medição

Os critérios *standard* para avaliação dos sistemas de medição estão resumidos na Tabela 2. A decisão de aceitação de um sistema de medição é favorável se a sua variação for inferior a 10%. No caso da variação do sistema de medição estar compreendida entre 10 e 30%, este poderá ser aceite após análise das condições do estudo e dos resultados obtidos. Para valores superiores da variação, o sistema de medição é rejeitado.

Tabela 2 - Critérios de avaliação dos sistemas de medição (fonte: adaptado de Chrysler, Ford, Motors 2010)

	% R&R	Decisão	Comentários
1	$\leq 10\%$	Aceitável	Recomendado.
2	>10 e $\leq 30\%$	Aceitável após análise	A decisão deverá ser baseada na importância e aplicação da medição, custos do sistema de medição, de reparação e de reprocessamento.
3	$>30\%$	Inaceitável	Deverão ser desenvolvidas ações para melhorar o sistema de medição.

3 Retrato da situação inicial

No presente capítulo é descrita a informação disponível no início do projeto.

Antes de começar a análise e documentação dos processos foi necessário estudar cuidadosamente a constituição típica de um pneu e o seu processo de fabrico, bem como o Sistema de Gestão da Qualidade presente para os pneus ligeiros. Para além disso, este capítulo introduz o novo projeto dos pneus especiais da empresa, no qual este trabalho se insere, e enquadra o seu estado de desenvolvimento no método do Planeamento Avançado da Qualidade do Produto.

3.1 Constituição do pneu

O pneu é o único componente do veículo que está em contacto direto com o solo e tem como principais funções assegurar a tração e armazenar o ar que suporta a carga do veículo. Sendo o único elemento de ligação à estrada, a sua condição tem influência direta na estabilidade, no desempenho, na economia, na segurança e no conforto da condução.

O pneu ligeiro é normalmente constituído pelos 9 elementos representados:

1 – Núcleo do talão: conjunto de arames de aço cobertos com borracha cuja função é assegurar o encaixe firme do pneu na jante (Figura 6).

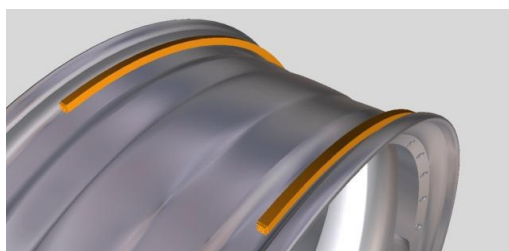


Figura 6 - Representação do núcleo do talão (fonte: Continental Mabor)

2 – Cunha do talão: perfil de borracha aplicado na parte superior do núcleo do talão e cujo objetivo é preencher o espaço vazio deixado na viragem da tela. Influencia a estabilidade direcional e o conforto de condução (Figura 7).

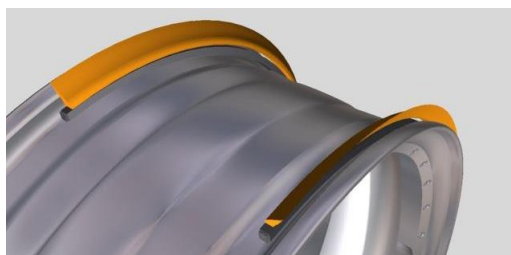


Figura 7 - Representação da cunha do talão (fonte: Continental Mabor)

3 – Camada interna (*innerliner*): camada de borracha que retém o ar nos pneus. Está em contacto direto com o ar interior e funciona como câmara-de-ar (Figura 8).

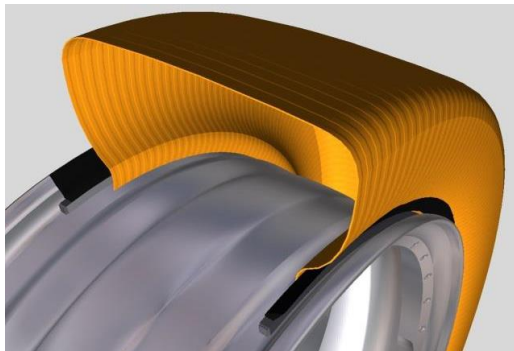


Figura 8 - Representação da camada interna (fonte: Continental Mabor)

4 – Tela têxtil: camada constituída por cordas têxteis impregnadas com borracha que é colocada sobre a camada interna e envolve os talões. Pode ter tiras de reforço de borracha colocadas no topo ou em baixo. Permite suportar a elevada pressão interna e conservar a forma do pneu (Figura 9).

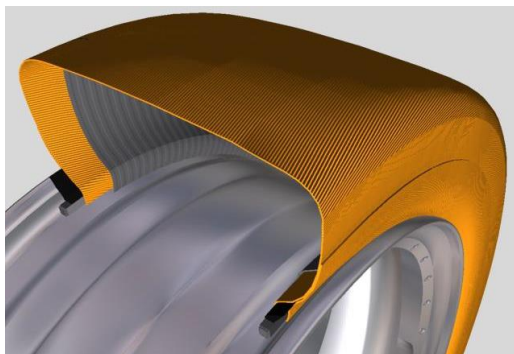


Figura 9 - Representação da tela têxtil (fonte: Continental Mabor)

5 – Cinta metálica (*breaker*): camada constituída por cordas metálicas impregnadas com borracha. Pode ter tiras de reforço de borracha colocadas nos extremos. Normalmente aplicam-se aos pares e com orientações das cordas cruzadas. Tem como função conservar a forma do pneu e garantir a estabilidade direcional. Permite reduzir a resistência ao rolamento e assim aumentar a durabilidade do pneu (Figura 10).

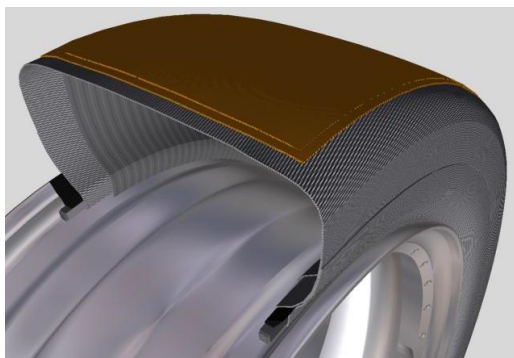


Figura 10 - Representação da cinta metálica (fonte: Continental Mabor)

6 – Cap ply: reforço têxtil impregnado com borracha normalmente aplicado em espiral sobre as cintas metálicas e cujo objetivo é evitar a expansão do pneu. Reduz a resistência ao rolamento, aumentando a durabilidade e evitando o desgaste prematuro do pneu (Figura 11).

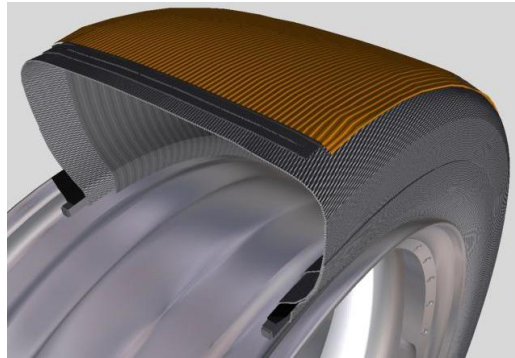


Figura 11 - Representação do cap ply (fonte: Continental Mabor)

7 – Reforço do talão (flipper): reforço têxtil impregnado com borracha que protege o talão de agressões externas. Tem impacto na estabilidade direcional e no conforto de condução (Figura 12).

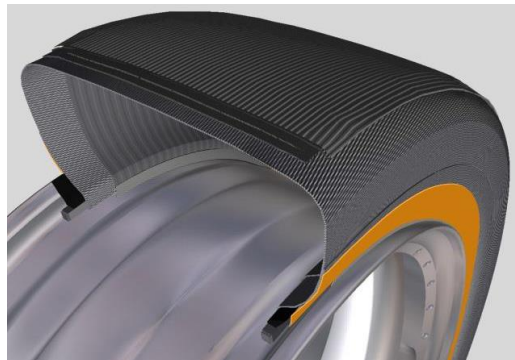


Figura 12 - Representação do reforço do talão (fonte: Continental Mabor)

8 – Parede lateral: perfil de borracha onde se encontram as gravações do pneu. Protege a zona lateral da carcaça contra agressões externas e tem influência na resistência à abrasão e na flexibilidade do pneu ajudando a amortecer os impactos (Figura 13).



Figura 13 - Representação da parede lateral (fonte: Continental Mabor)

9 – Piso: perfil grosso de borracha que faz a ligação do pneu ao solo, sendo constituído pela capa, que garante a aderência à estrada, pela base, que diminui a resistência ao rolamento, e pela asa, que faz a transição entre o piso e a parede lateral. O seu padrão final serve para o escoamento de água em piso molhado e para minimizar o ruído na condução (Figura 14).

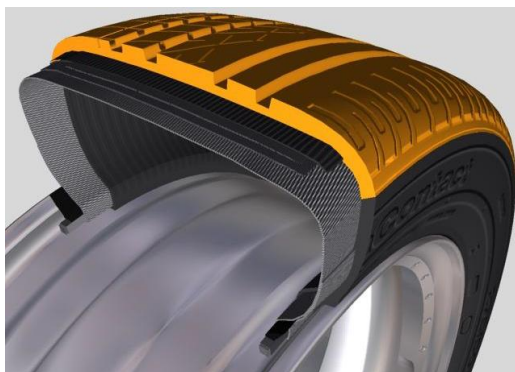


Figura 14 - Representação do piso (fonte: Continental Mabor)

3.2 Processo produtivo do pneu

O processo produtivo do pneu ligeiro da Continental Mabor está dividido em cinco fases principais (Figura 15), geridas por diferentes departamentos de produção.



Figura 15 - Fases do processo produtivo do pneu

1 – Misturação

A Misturação consiste no início do processo produtivo onde são misturadas as matérias-primas que pertencem a esta fase: borrachas (que podem ser naturais ou sintéticas), pigmentos, óleo natural, sílica, negro de fumo (responsável pela cor negra dos pneus), entre outras. Este processo é realizado nas máquinas misturadoras e o resultado são os compostos de borracha. O composto é um lençol de borracha que é transportado em mesas para a próxima fase do processo.

2 – Preparação

A Preparação é a fase onde se produzem todos os componentes que constituem o pneu. Divide-se em dois grupos:

- Preparação a Frio onde são produzidos a camada interna, tela têxtil, *flipper*, cinta metálica e *cap ply*;
- Preparação a Quente onde são produzidos os talões, paredes e pisos.

As máquinas utilizadas nesta fase são as extrusoras, que forçam a borracha a passar através de uma fiação e assim adquirir a sua forma, as calandras, responsáveis pela formação de um filme de borracha e impregnação dos tecidos têxteis ou metálicos, e as máquinas de corte, que cortam os tecidos e tiras de borracha com as dimensões pretendidas. Os materiais são transportados para a próxima fase através de carros, cassetes ou rolos.

3 – Construção

A Construção é a fase onde são montados todos os componentes do pneu. A máquina de construção divide-se em dois módulos:

- Construção 1ª Fase onde é construída a carcaça do pneu, que é constituída pelo conjunto da camada interna, tela têxtil, talões, reforços de talões e paredes, por esta ordem de colocação. A carcaça segue depois para a Construção 2ª Fase;
- Construção 2ª Fase onde é construído o conjunto das cintas metálicas, *cap ply* e piso, aplicado por esta sequência. Finalizado o conjunto, um anel de transferência posiciona-o sobre a carcaça e a união das duas partes é feita através da expansão e carretilhagem da carcaça contra as cintas.

O resultado é o designado “pneu verde” ou “pneu em cru” que é colocado num sistema de transporte para a próxima fase do processo.

4 – Vulcanização

A fase da Vulcanização engloba duas atividades:

- Transporte do “pneu em cru” desde a máquina de construção até à cabine de Pintura onde o pneu é lubrificado de modo a facilitar a sua posterior extração da prensa;
- Os lotes de pneus pintados são depois transportados em carros para as prensas de Vulcanização, onde são submetidos a um ciclo de elevadas temperaturas e pressões. Um diafragma é colocado no interior do pneu e força-o contra o molde da prensa que lhe confere o seu aspeto final. É a etapa mais demorada do processo produtivo.

O resultado é o pneu vulcanizado que depois de arrefecido segue para a última fase do processo produtivo.

5 – Inspeção Final

Na última fase do processo, os pneus são transportados por tapetes até à zona de Inspeção, que é responsável pela aprovação dos pneus para serem comercializados. São feitas verificações visuais a 100% dos pneus fabricados e testes de qualidade para garantir o cumprimento de todos os requisitos. Pneus não conformes são segregados em 3 grupos: *rework* (pode ser retrabalhado), *workoff* (pode ser reaproveitado) ou *scrap* (desperdício). Finalizada esta fase os pneus aprovados seguem para o armazém de produto acabado para serem expedidos para os clientes.

3.3 Sistema de Gestão da Qualidade dos pneus ligeiros

A Continental Mabor possui um SGQ com uma abordagem por processos e certificado pela norma ISO/TS 16949. Todos os documentos do SGQ e do Sistema de Gestão de Segurança, Saúde e Ambiente encontram-se no sistema de gestão documental *Process oriented Management System* (PoMS) disponível na Intranet do grupo. O mapa geral de processos do SGQ da empresa encontra-se representado na Figura 16.

Os processos do SGQ estão divididos em três grupos:

- Processos de Gestão;
- Processos de Suporte;
- Processos de Valor Acrescentado.

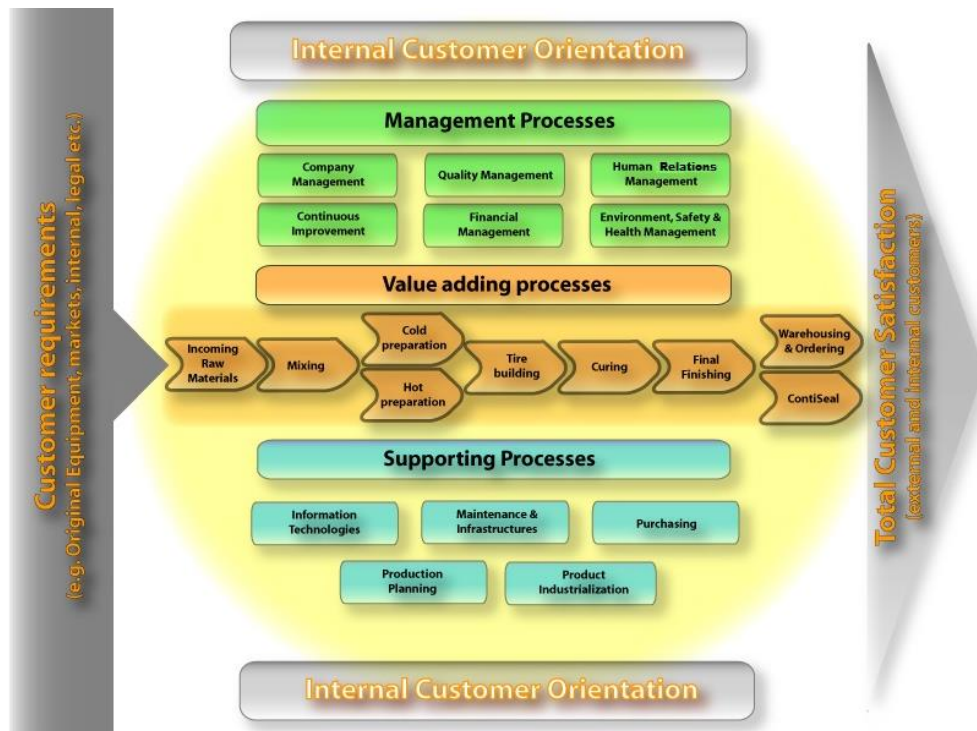


Figura 16 - Mapa geral de processos do Sistema de Gestão da Qualidade da empresa

Todos os processos são caracterizados no Mapeamento do Processo individual através de um diagrama de tartaruga, conforme representado na Figura 17. Este diagrama indica a função do responsável e o objetivo do processo, as entradas relevantes e as saídas resultantes, e as interfaces, os indicadores e os recursos envolvidos.

O responsável do processo tem a obrigação de definir e rever periodicamente o seu mapeamento, analisar e acompanhar os resultados dos indicadores e, quando necessário, desenvolver e implementar um plano de ações de melhoria.

Modelo Mapeamento do Processo			
Com o quê:	Cliente de:	Fornecedor:	Com quem:
Entradas:	Objetivo:		Saídas:
	Capítulo da Norma:		
Como:	Responsável:		Indicadores:

Figura 17 - Modelo de diagrama de tartaruga

De forma a facilitar a identificação e o rastreio, todos os documentos têm de ser validados e revistos periodicamente. Para além disso, possuem uma referência única composta por um código alfanumérico gerado automaticamente pelo sistema PoMS.

O Planeamento Avançado da Qualidade do Produto encontra-se disseminado por todo o SGQ da empresa, seja sob a forma de Diagramas de Fluxo, FMEA dos processos, Planos de Controlo, Instruções de Trabalho, Folhas de Registo ou Especificações do produto/processo, como é possível observar na pirâmide estrutural representada na Figura 18.

A utilização destas ferramentas é essencial para o correto desenvolvimento do método APQP e a consequente garantia da qualidade do produto e satisfação dos clientes, bem como para a própria certificação do sistema.

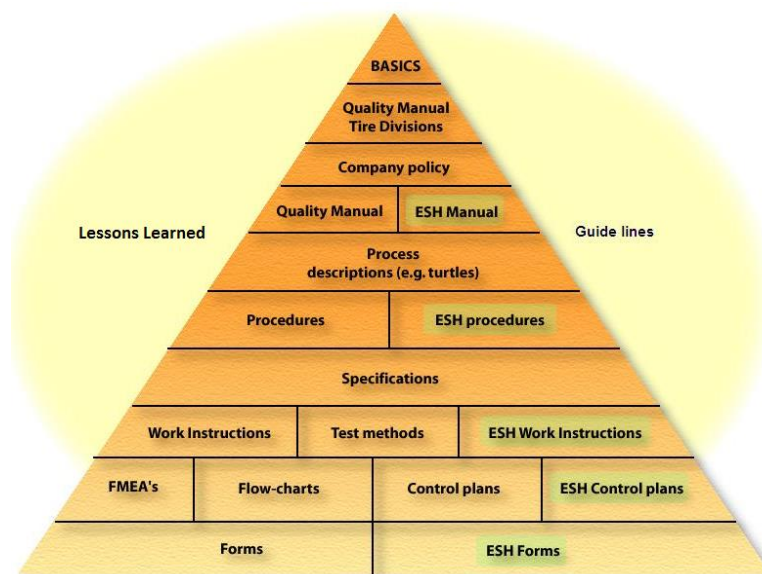


Figura 18 – Pirâmide estrutural do Sistema de Gestão da Qualidade da empresa

3.4 Projeto dos pneus especiais

O projeto dos pneus especiais consiste na criação de uma área de negócio de fabrico de um novo tipo de pneus. É um projeto de grandes dimensões e que envolve avultados investimentos na construção das instalações e na compra da maquinaria para nova unidade fabril, que se localizará dentro das instalações da Continental Mabor.

De forma a manter a coerência com os termos utilizados na empresa e no trabalho desenvolvido é importante referir que os pneus especiais são conhecidos internamente por *Continental Speciality Tires* (CST), sendo os pneus ligeiros designados por *Passenger and Light Truck Tires* (PLT).

O resultado do projeto será a produção e comercialização de pneus radiais com 24 a 52 polegadas (609 a 1321 mm) de diâmetro interno e com um peso máximo de 500 kg. O processo de fabrico deste tipo de pneus é semelhante ao dos pneus ligeiros, sendo as principais diferenças as maiores dimensões e a quantidade dos componentes aplicados. Para além disso os pneus especiais serão constituídos por cintas têxteis em vez de metálicas e não terão o componente *cap ply*.

O projeto está dividido em 3 fases: início da produção, produção limitada e bloqueada para testes, e produção regular libertada para o mercado. A conclusão do projeto está prevista para o ano de 2018.

A presente dissertação enquadra-se na 1ª fase do projeto dos pneus especiais, tendo duas grandes tarefas a completar: o desenvolvimento e implementação de um SGQ adaptado aos desafios desta nova realidade, e a aprovação das novas máquinas através de estudos de capacidade que comprovem que estas produzem dentro dos limites de tolerância especificados e cumprem todos os requisitos acordados.

As máquinas que vão integrar o novo projeto são:

- Calandra de 3 Rolos – produção da camada interna;
- Máquina de Corte – corte de tela e de cinta têxtil;
- Máquina de Talões – construção do núcleo dos talões;
- Máquina de Cunhas – aplicação de cunha e flipper no núcleo dos talões;
- Extrusora – extrusão das paredes e piso;
- Máquina de Construção – construção do pneu;
- Máquina de Pintura – lubrificação do pneu;
- Prensa – vulcanização do pneu;
- Máquina de Inspeção – suporte para inspeção visual dos pneus;
- Máquina RRO (*Radial Run-Out*) – verificação dos desvios radiais do pneu.

3.5 Enquadramento no Planeamento Avançado da Qualidade do Produto

O projeto dos pneus especiais encontra-se atualmente na 3ª fase do método APQP, conforme ilustrado na Figura 19, ou seja no desenvolvimento de um processo de fabrico que assegure a qualidade do produto e a satisfação dos requisitos dos clientes.



Figura 19 - Enquadramento do projeto dos pneus especiais no método APQP

As saídas da 2ª fase do APQP (desenvolvimento do produto), como o DFMEA, desenhos e especificações de engenharia, requisitos dos equipamentos, especificações dos materiais e características especiais do produto/processo, são as entradas da fase subsequente, que por sua vez, segundo o manual de referência, produz as saídas apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Saídas da 3ª fase do método APQP (Fonte: adaptado de Chrysler, Ford e General Motors 2008a)

Normas e especificações de embalagem	Matriz de características
Revisão do sistema da qualidade	PFMEA
Diagrama de fluxo do processo	Plano de controlo preliminar
<i>Layout</i> do processo de produção	Instruções de trabalho
Plano de análise dos sistemas de medição	Plano estudo da capacidade preliminar processo

O presente trabalho focou-se na revisão do SGQ e no desenvolvimento dos Diagramas de Fluxo, dos PFMEA, dos Planos de Controlo, das Folhas de Registo e das Instruções de Trabalho. As atividades desenvolvidas no âmbito do projeto são apresentadas no Capítulo 4.

4 Apresentação das atividades desenvolvidas

Neste capítulo são descritas as atividades desenvolvidas ao longo do projeto.

A primeira fase envolveu o desenho de uma proposta de implementação do novo Sistema de Gestão da Qualidade dos pneus especiais. A segunda fase do projeto consistiu na aplicação das técnicas necessárias para o desenvolvimento da documentação protótipo dos processos estudados, indispensáveis para assegurar o Planeamento Avançado da Qualidade do Produto. Adicionalmente são apresentados neste capítulo os dois estudos conduzidos.

4.1 Planeamento do Sistema de Gestão da Qualidade dos pneus especiais

A 1ª fase do projeto consistiu na definição da melhor solução de implementação do novo SGQ dos pneus especiais. Apesar das duas fábricas pertencerem à mesma empresa, esta definição é crucial para garantir a eficácia dos sistemas e prosseguir com o projeto proposto.

Através do estudo do processo produtivo do pneu e da estrutura do SGQ atual, apresentados no capítulo anterior, e da análise das normas internacionais de referência encontraram-se duas soluções alternativas: criar um SGQ novo e independente dedicado aos pneus especiais, ou integrar a sua documentação e processos no SGQ já existente dos pneus ligeiros. Foram identificadas vantagens e desvantagens das duas soluções, resumidas nas Tabelas 4 e 5.

É importante referir que a ISO/TS 16949 não se aplica ao tipo de indústria dos pneus especiais, pelo que o SGQ do CST terá de ser certificado de acordo com a ISO 9001.

Tabela 4 - Sistema de Gestão da Qualidade independente

Vantagens	Desvantagens
Apenas processos CST no sistema	Esforço superior na implementação do sistema
Evita contaminação dos documentos	Duplicação de muitos documentos
Não altera o sistema do PLT	Aumenta o número de auditorias internas
Sistema certificado com ISO 9001	Necessário a completa certificação de 2 sistemas

Tabela 5 - Sistema de Gestão da Qualidade integrado

Vantagens	Desvantagens
Sistema é maduro e eficaz	Aumenta a complexidade do SGQ
Evita duplicação dos processos de gestão e suporte	Necessária revisão e atualização dos documentos
Apenas uma certificação do sistema	Pode comprometer a certificação do sistema

Analizados os riscos e benefícios das duas soluções optou-se pela integração do SGQ. Uma correta integração permite evitar todo o esforço e custos adicionais para criar, operar e manter um novo sistema independente.

Relativamente ao diferente enquadramento normativo definiu-se que a parte PLT continuará a ser certificada pela ISO/TS 16949, fazendo-se a extensão para a norma ISO 9001 durante a certificação da componente CST do SGQ.

Definida a organização do novo SGQ foi desenhada e aprovada uma proposta de implementação do mesmo, apresentada em detalhe no anexo C, que engloba a criação de quatro novos Processos de Valor Acrescentado:

- *Preparation* – receção e preparação dos componentes;
- *Tire Building* – construção e retocagem do “pneu em cru”;
- *Curing* – pintura e vulcanização do pneu;
- *Final Finishing* – inspeção final e retocagem do pneu.

A solução desenvolvida adota uma abordagem por processos, tal como sugerido nas normas internacionais de referência. As saídas de um processo fornecem as entradas para o processo subsequente. Estes quatro processos foram caracterizados no respetivo Mapeamento do Processo utilizando o modelo do diagrama de tartaruga exibido da Figura 17.

A solução desenvolvida permite a clara distinção dos processos e dos documentos referentes a PLT e CST, integrando o novo sistema da forma mais independente e com a menor entropia possível.

4.2 Considerações sobre a análise e documentação dos processos

A elaboração da documentação seguiu uma abordagem por processos dividindo-se em quatro níveis sequenciais, nomeadamente:

- *Draft* – consiste num esboço inicial;
- Protótipo – revisão após reunião com áreas relevantes para o processo;
- Preliminar – aprovado pelas áreas relevantes e integrado no sistema de gestão da qualidade;
- Final – versão final do documento para a produção regular.

Sendo um projeto de longo prazo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver a documentação dos processos até ao nível de Protótipo.

A primeira tarefa desenvolvida na 2ª fase do projeto foi a definição do Quadro Sinóptico Geral de Fabrico e Controlo da fábrica dos pneus especiais. O Quadro Sinóptico é um resumo geral das operações, ligações e controlos existentes e está apresentado no anexo D.

O principal objetivo dos próximos subcapítulos é expor a metodologia e pensamento associados à fase de desenvolvimento do processo do APQP. Para tal são apresentados alguns processos que servem de exemplos do trabalho desenvolvido neste projeto:

- Transporte, receção e armazenamento dos materiais;
- Produção de camada simples na Calandra de 3 Rolos;
- Corte de tela e cinta têxtil na Máquina de Corte;
- Construção de talões na Máquina de Talões;
- Aplicação de cunhas e *flippers* na Máquina de Cunhas.

Utilizou-se a ferramenta SIPOC (*Supplier-Inputs-Process-Outputs-Costumer*) para introdução de cada processo, antes da apresentação da documentação desenvolvida para o SGQ. Esta ferramenta resume o processo, fornecedores e clientes, bem como as entradas e saídas relevantes.

A documentação dos processos partiu da análise de diversos documentos, nomeadamente do MES (*Machine and Equipment Standard*) onde estão especificadas as características das máquinas que os fornecedores devem garantir, do DFMEA, dos requisitos e especificações dos produtos, e da documentação de processos similares existente para os pneus ligeiros.

A análise de um processo deve começar sempre com a criação do Diagrama de Fluxo, que revela pontos fracos e características especiais a ter em atenção. A notação utilizada para descrever as várias etapas de um processo foi:



Posteriormente identificam-se no PFMEA os modos potenciais de falha de cada etapa do processo, bem como as suas causas e efeitos. Uma parte essencial para realizar PFMEA eficazes e uniformes é a clara definição dos efeitos potenciais de falha sentidos pelos clientes internos e externos, e a não incorporação de conceitos vagos e que não acrescentam qualquer valor, como por exemplo “erro do operador” ou “falha da máquina”. Assim, foram reconhecidos e classificados quanto ao índice de Severidade os efeitos apresentados na Tabela 6, tendo-se em consideração as tabelas de referência presentes no anexo B.

Por razões de confidencialidade a política da empresa impede a divulgação integral dos FMEA, pelo que apenas é possível mostrar uma fração deste tipo de documentos.

Por último procede-se à definição dos controlos a efetuar no Plano de Controlo e elaboram-se as Folhas de Registo e Instruções de Trabalho necessárias. Um aspeto que se procurou melhorar foi a criação de Instruções de Trabalho mais visuais e interativas, pois as existentes para os pneus ligeiros eram muito extensas e de demorada interpretação. O recurso a imagens e esquemas facilita o trabalho dos operadores e permite reduzir o número de erros do processo.

Tabela 6 - Efeitos Potencias de Falha do PFMEA

Efeitos Potenciais de Falha	Severidade	Cliente Externo	Cliente Interno
Não cumpre requisitos dimensionais	10	X	
Não cumpre requisitos de qualidade	10	X	
Não cumpre requisitos regulamentares	10	X	
Capacidade de carga	10	X	
Informação do pneu	10	X	
Perda de ar	9	X	
RRO (<i>Radial Run-Out</i>)	9	X	
Redução de adesão originando uma diminuição da resistência à fadiga ou ligações após a vulcanização	9	X	
Redução localizada da adesão	9	X	
Desgaste prematuro	9	X	
Variação das propriedades do material	7-9	X	
Afeta a tração	8	X	
Falta de conforto	8	X	
Má aparência	5-8	X	
Separações, bolhas, cortes	7		X
Incrementa o <i>scrap</i>	6-7		X
Problemas de processabilidade	6		X
Variações no processo	3-5		X
Atrasos/quebras de produção	3-4		X
Incrementa o <i>rework</i>	2-4		X
Incrementa o <i>workoff</i>	2		X

A Figura 20 resume a sequência da metodologia aplicada na análise de um processo. É importante realçar que como documentos vivos e interligados, todos estes documentos devem ser continuamente revistos e atualizados, e as suas informações sempre coincidentes.



Figura 20 - Metodologia aplicada na análise dos processos

4.3 Transporte, receção e armazenamento dos materiais

De modo a adquirir uma visão geral da interação entre as duas fábricas, bem como dos componentes e do processo de fabrico dos pneus especiais, o primeiro processo estudado foi como será o envio e receção dos materiais. O SIPOC criado para este processo está apresentado na Figura 21.

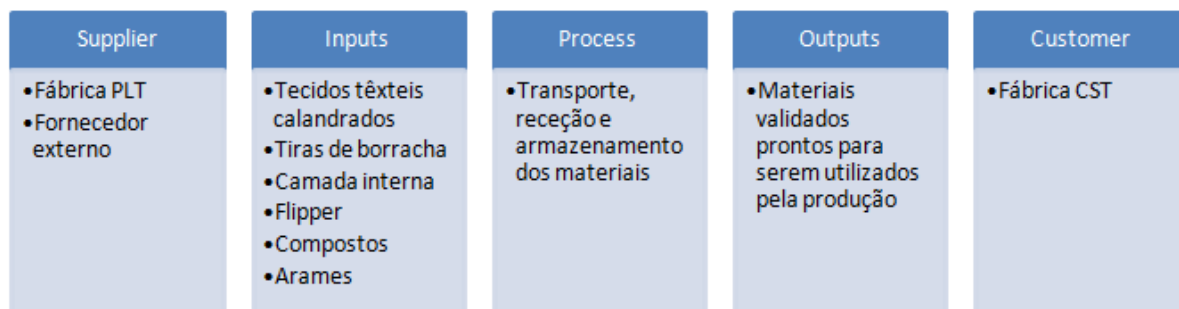


Figura 21 - SIPOC do transporte, receção e armazenamento dos materiais

Os compostos, a camada interna, os tecidos calandrados e as bobines de *flipper* e de tiras de borracha serão diretamente fornecidos pela fábrica dos pneus ligeiros. O arame dos talões será a única matéria-prima fornecida externamente, sem antes ter sido processada pela empresa. Assim é notória a sinergia que irá existir entre as duas fábricas.

Os materiais serão colocados num *buffer* na área PLT, onde aguardarão pelo transporte através de um camião para a fábrica CST. De forma a assegurar o seu correto transporte e armazenamento, todos os materiais serão validados no momento de carga e descarga.

O Diagrama de Fluxo, o Plano de Controlo e a Folha de Registo para inspeção aleatória do processo por parte do Departamento da Qualidade (todos eles nível Protótipo) encontram-se no Anexo E. Parte do PFMEA desenvolvido está apresentada na Figura 22.

FMEA - Transporte, receção e armazenamento dos materiais																
DESCRIÇÃO PROCESSO/ FUNÇÃO	MODO POTENCIAL DA FALHA	EFEITOS POTENCIAIS DA FALHA	S E V	C L A S	CAUSAS POTENCIAIS DA FALHA	O C O R	CONTROLOS ATUAIS		D E T	N P R	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL DATA	RESULTADOS			
							PREVENÇÃO	DETEÇÃO					AÇÕES TOMADAS	S	O	D
2 Buffer Área CST	1 Troca de material	E: Variação das propriedades do material I: Variações no processo	9	1	Armazenamento no local errado						Definição requisitos/ layout de armazenamento					
				2	Etiqueta errada					Checklist do operador Checklist da qualidade						
	2 Danificação da embalagem	I: Incrementa o scrap, workoff, rework	6	1	Uso de acessórios inadequados						Formação do operador					
				2	Arestas cortantes no camião					Definição de requisitos/ condições de transporte						

Figura 22 - Exemplo PFMEA do transporte, receção e armazenamento dos materiais

4.4 Produção de camada simples na Calandra de 3 Rolos

A calandragem consiste na alimentação de um polímero plastificado, neste caso borracha, nos cilindros aquecidos da calandra para produção de um filme contínuo.

A Calandra de 3 Rolos da fábrica PLT sofreu alterações de forma a ser capaz de produzir camada simples de borracha, isto é, com perfil constante, para a camada interna dos pneus especiais. O SIPOC da produção de camada simples está apresentado na Figura 23.

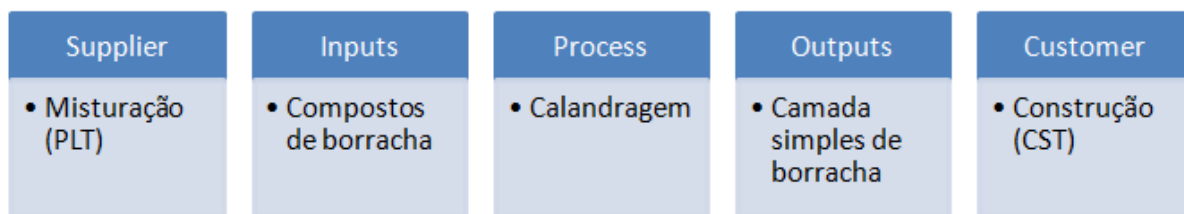


Figura 23 - SIPOC da produção de camada simples

Este processo é constituído por 5 etapas nomeadamente: Preparação e alimentação do composto, Calandragem, Arrefecimento, Enrolamento e Armazenagem.

As características a verificar na calandragem de camada simples são a identificação, a validade e o tempo de repouso do composto, a temperatura na calandragem e no enrolamento, e a espessura e a largura da camada de borracha. Estas últimas duas verificações são realizadas conforme representado na Figura 24.

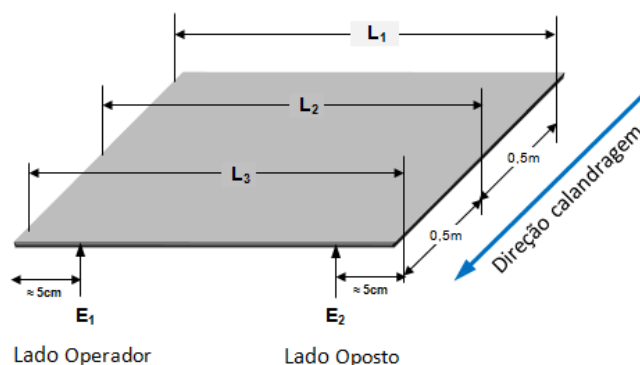


Figura 24 - Largura e espessura da camada simples

A versão Protótipo desenvolvida do Diagrama de Fluxo, do Plano de Controlo, das Folhas de Registo e da Instrução de Trabalho para este processo podem ser consultadas no anexo F. Uma fração do PFMEA elaborado está ilustrada na Figura 25.

FMEA - Calandragem de Camadas Simples														
DESCRIÇÃO PROCESSO/ FUNÇÃO	MODO POTENCIAL DA FALHA	EFEITOS POTENCIAIS DA FALHA	S E V A L	CAUSAS POTENCIAIS DA FALHA	CONTROLOS ATUAIS		D E T	N P R	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL DATA	RESULTADOS			
					PREVENÇÃO	DETEÇÃO					AÇÕES TOMADAS	S	O	D
2 Calandragem	1 Espessura incorreta	E: Perda de ar I: Incremento o workoff	9	1 Configuração incorreta dos parâmetros da calandra					Formação do operador (especificação do processo)					
			9	2 Condições físicas dos rolos da calandra					CIV (periódico)					
			9	3 Deficiência da alimentação					Checklist do operador					
			9	4 Variação da temperatura dos rolos da calandra					Checklist da qualidade					
			9	5 Dessincronização da velocidade entre elementos					Checklist do operador					
	2 Largura incorreta	E: Perda de ar I: Incremento o workoff	9	1 Posição incorreta da lâmina de corte					Formação do operador (inclusão no método de trabalho)					
			9	2 Lâminas com corte deficiente					Checklist do operador					
			9	3 Mau guiamento do					Checklist do operador					

Figura 25 – Exemplo PFMEA da produção de camada simples

4.4.1 Estudo preliminar da capacidade da máquina

Para aceitação das modificações efetuadas na Calandra de 3 Rolos foi realizado um estudo da capacidade dos rolos da calandra, designado internamente na empresa por CIV (*Calender Inherent Variations*).

O CIV consiste numa avaliação tridimensional da contribuição da calandra em termos de espessura e peso da camada, durante uma revolução completa dos rolos, através da partição das variações em três conjuntos de causas:

- Variação segundo a direção da máquina, isto é na direção da calandragem;
- Variação segundo a direção do perfil, ou seja na largura da camada;
- Variação residual, não atribuível a nenhuma das anteriores causas.

Este estudo permite avaliar o estado atual das condições da máquina (mecânicas, da alimentação, uniformidade da temperatura dos rolos, entre outras), bem como a definição de critérios de correção, de parâmetros do processo e de necessidades de controlo.

Descrição do estudo CIV



Figura 26 - Preparação das amostras do estudo CIV

$$A = \frac{\text{Perímetro Calandra}}{12} = \frac{610 \times \pi}{12} = 159,70 \text{ mm} \quad (4.1)$$

$$B = \frac{\text{Largura Tecido}}{5} = \frac{950}{5} = 190 \text{ mm} \quad (4.2)$$

- 1 – Com uma tesoura cortar do rolo a amostra com as dimensões pretendidas;
- 2 – Colocar com os necessários cuidados de manuseamento a amostra entre duas folhas de plástico e assinalar com uma esferográfica a direção do enrolamento e o lado do operador;
- 3 – Depois de calcular os valores de A e B, conforme as equações 4.1 e 4.2, desenhar uma grelha retangular na folha de plástico superior utilizando uma régua e esferográfica;

- 4 – Numerar e de seguida cortar cuidadosamente os retângulos das amostras individuais, como indicado na Figura 26;
- 5 – Colocar e cortar o mais centrado possível cada uma das amostras individuais no cortador circular de 1 dm² de secção;
- 6 – Medir e registar o peso (Figura 27) e a espessura de cada uma das amostras individuais circulares.



Figura 27 - Medição do peso das amostras individuais circulares

A folha de recolha de dados utilizada e os valores obtidos encontram-se no anexo G.

Análise dos resultados da espessura

Após recolher e tratar os dados da espessura foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Partição de variâncias da espessura

	MÁQUINA	PERFIL	RESIDUAL	TOTAL
Variância	0,0001141	2,72639E-05	3,45429E-05	0,000175907
σ	0,011	0,005	0,006	0,013
Contributo %	64,9%	15,5%	19,6%	100,0%

Analisando a Tabela 7 conclui-se que a principal causa de variação da espessura acontece na direção do processo de calandragem e não ao longo da largura da camada. Observando os gráficos da Figura 28 conclui-se que a média da espessura é menor na parte inicial e final da camada (Direção Máquina) e no centro do seu perfil (Direção Perfil).

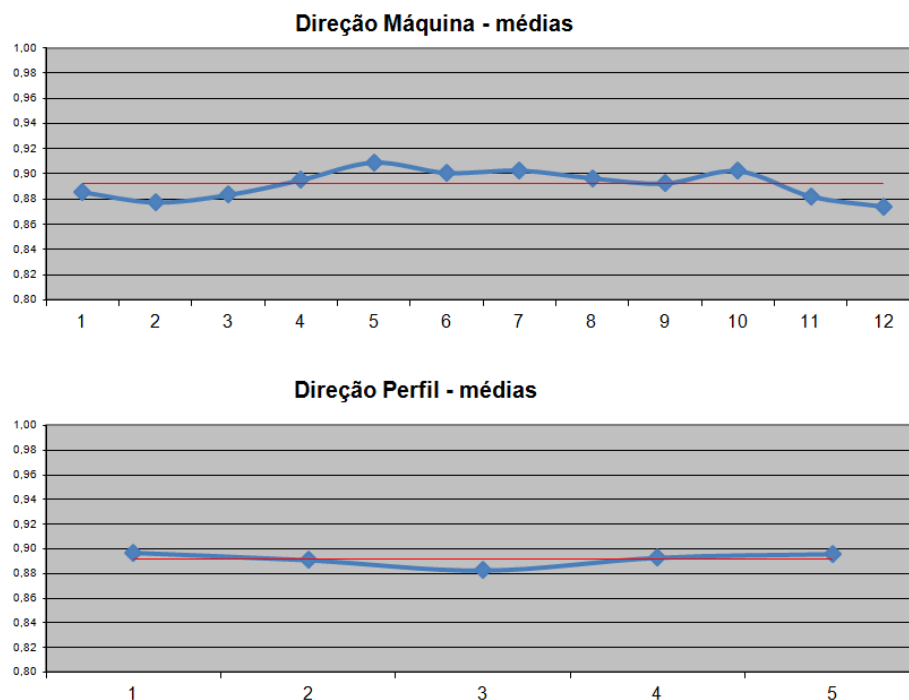


Figura 28 - Variação da espessura (mm) na direção da máquina e do perfil

O estudo preliminar da capacidade da máquina conduzido sugere que após as devidas modificações a Calandra é capaz de produzir camada simples de borracha de acordo com os limites de espessura estabelecidos, uma vez que os índices C_m e C_{mk} são superiores a 1,67 (Tabela 8).

Tabela 8 - Resumo dos resultados da espessura

Média total	Sigma total	Especificado	Tolerância	C_m	C_{mk}
0,892	0,013	0,90 mm	$\pm 0,10$ mm	2,51	2,31

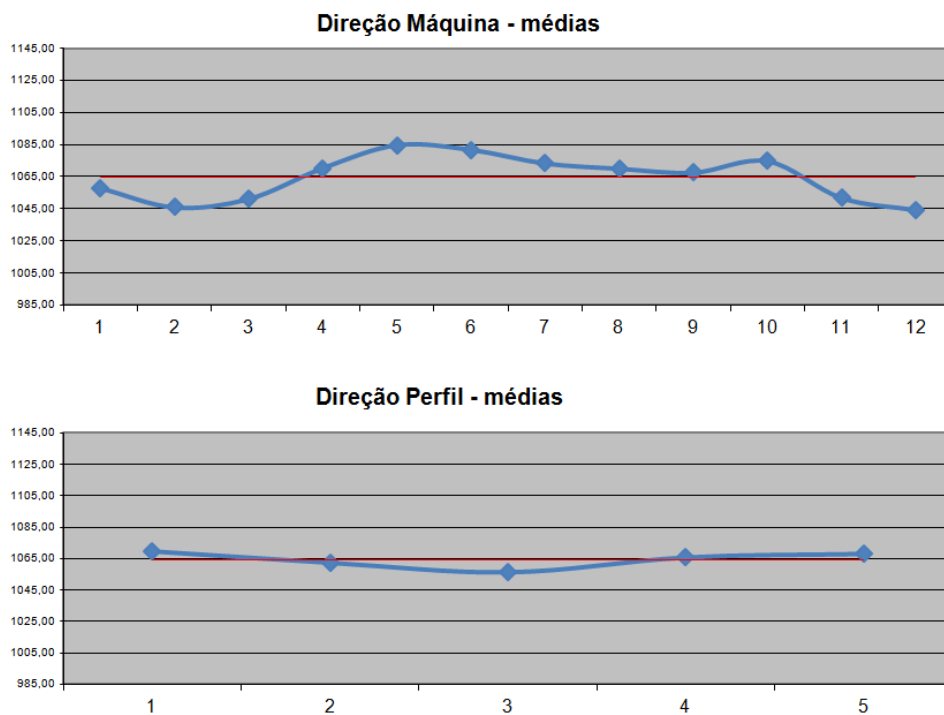
Análise dos resultados do peso

Após recolher e tratar os dados do peso foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Partição de variâncias do peso

	MÁQUINA	PERFIL	RESIDUAL	TOTAL
Variância	173,6815734	22,91541667	21,69260435	218,2895944
σ	13,179	4,787	4,658	14,775
Contributo %	79,6%	10,5%	9,9%	100,0%

Tal como na espessura, a principal causa de variação do peso deu-se na direção da calandragem (Tabela 9). Analisando os gráficos da Figura 29 observa-se novamente que a média é inferior nos extremos da camada (Direção Máquina) e no centro do seu perfil (Direção Perfil).

Figura 29 - Variação do peso (g/m²) na direção da máquina e do perfil

O estudo preliminar da capacidade da máquina conduzido sugere que após ser modificada a Calandra é capaz de produzir camada simples dentro da tolerância de peso definida, pois os índices C_m e C_{mk} são superiores a 1,67 (Tabela 10).

Tabela 10 - Resumo dos resultados do peso

Média total	Sigma total	Especificado	Tolerância	C_m	C_{mk}
1064,55	14,775	1065 g/m ²	± 7,5%	1,80	1,79

Conclusão do estudo CIV

O estudo CIV permitiu concluir que a Calandra de 3 Rolos é capaz de produzir camada simples de borracha com a espessura e o peso especificados, pois os índices de capacidade C_m e C_{mk} deram um valor superior a 1,67 para as duas variáveis em estudo. As modificações efetuadas à máquina foram então preliminarmente aceites.

4.5 Corte de tela e cinta têxtil na Máquina de Corte

A preparação dos tecidos têxteis calandrados necessários para a construção dos pneus especiais será feita na Máquina de Corte. Esta máquina será constituída por um alimentador e dois módulos, um para telas têxteis e outro para cintas têxteis, e permitirá o corte com diferentes larguras e ângulos dos tecidos. O SIPOC destes processos está apresentado na Figura 30.

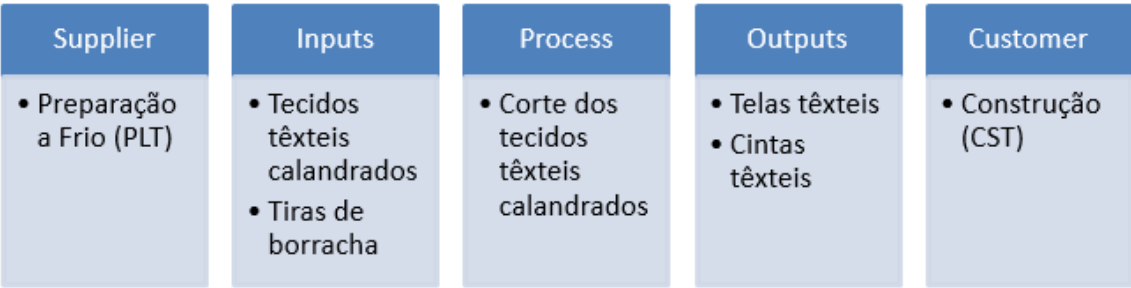


Figura 30 - SIPOC do corte de tela e cinta têxtil

Os dois módulos da máquina realizam as operações de corte, de emenda (junção dos cortes) e de enrolamento nas cassetes de transporte. Para além destas funções, o módulo da tela tem ainda uma estação de marcação central e perfuração do tecido, e aplicação de tiras de borracha. O método de verificação da sobreposição e do degrau da emenda das telas e cintas têxteis está representado na Figura 31.

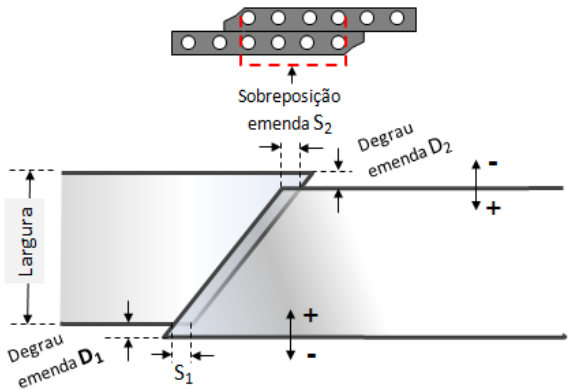


Figura 31 - Sobreposição e degrau da emenda no corte de tela e cinta têxtil

Os Diagramas de Fluxo, os Planos de Controlo e as Folhas de Registo na versão Protótipo criados para estes dois processos encontram-se no anexo H (corte de tela têxtil) e I (corte de cinta têxtil). Parte do PFMEA do corte de tela está representada na Figura 32.

FMEA - Corte de Tela Têxtil																
DESCRIÇÃO PROCESSO/ FUNÇÃO	MODO POTENCIAL DA FALHA	EFEITOS POTENCIAIS DA FALHA	S E V	C L A S	CAUSAS POTENCIAIS DA FALHA	O C O R	CONTROLOS ATUAIS		D E T	N P R	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL DATA	RESULTADOS			
							PREVENÇÃO	DETEÇÃO					ACÇÕES TOMADAS	S	O	D
2.2 Emenda da tela	1 Emendas parcialmente abertas	E: Perda de ar, bolhas, separações	3		1 Pressão de emenda insuficiente						Definição do valor ótimo na especificação do processo					
					2 Extremos de borracha excessivos					Checklist do operador						
					3 Receita incorreta					Formação do operador (especificação do processo)						
	2 Emenda muito sobreposta	E: RRO	3		1 Avanço do material em demasia					Checklist do operador						
					2 Receita incorreta					Formação do operador (especificação do processo)						
	3 Emenda com degrau	I: Variações no processo	4		1 Mau guilamento					Checklist do operador						
					2 Receita incorreta					Formação do operador (especificação do processo)						

Figura 32 – Exemplo PFMEA do corte de tela têxtil

4.5.1 Estudo do método de medição do ângulo de corte

Um dos parâmetros a verificar nos Planos de Controlo de Corte de Tela e Cinta Têxtil é o ângulo de corte. Em ambos os casos este controlo é efetuado no 1º corte de cada turno ou mudança de medida e tem uma tolerância de $\pm 2^\circ$. Normalmente as telas são cortadas com ângulos grandes (próximos de 90°) enquanto as cintas são cortadas com ângulos mais curtos.

Com o intuito de determinar qual o melhor sistema de medição do ângulo de corte foram identificados 3 métodos possíveis e realizou-se um estudo R&R para cada um deles:

- Medição direta com a Suta: alinhar com as bordas da amostra e ler o valor indicado no instrumento de medição (resolução de $0,5^\circ$), conforme a Figura 33;

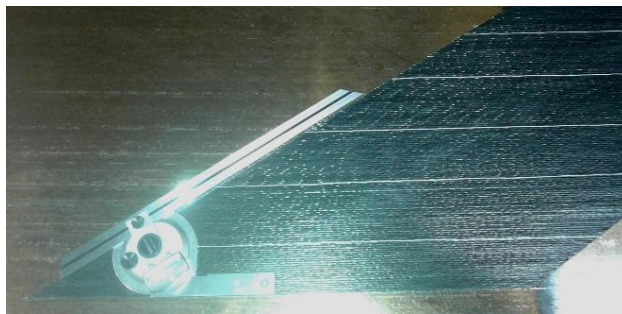


Figura 33 - Medição direta com a suta

- Medição indireta através do método da Hipotenusa: medir com uma fita métrica (resolução de 0,5 mm) a hipotenusa e a largura da amostra, como indicado na Figura 34, e calcular o valor do ângulo com recurso à equação 4.3;

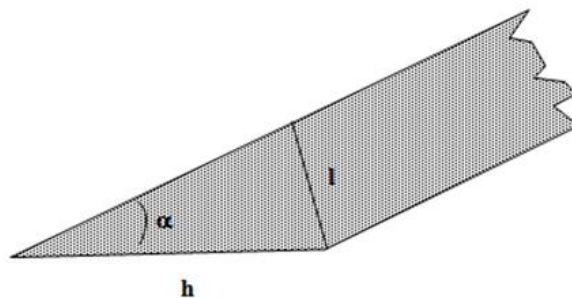
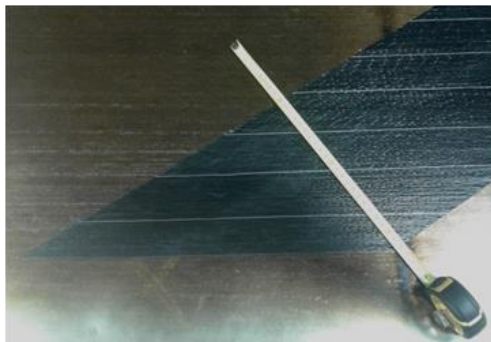


Figura 34 - Medição indireta através do método da Hipotenusa

$$\alpha = \arcsen\left(\frac{l}{h}\right) \quad (4.3)$$

- Medição indireta através do método das Diagonais: medir com uma fita métrica (resolução de 0,5 mm) a largura e as diagonais da amostra, como indicado na Figura 35, e calcular o valor do ângulo com recurso à equação 4.4.

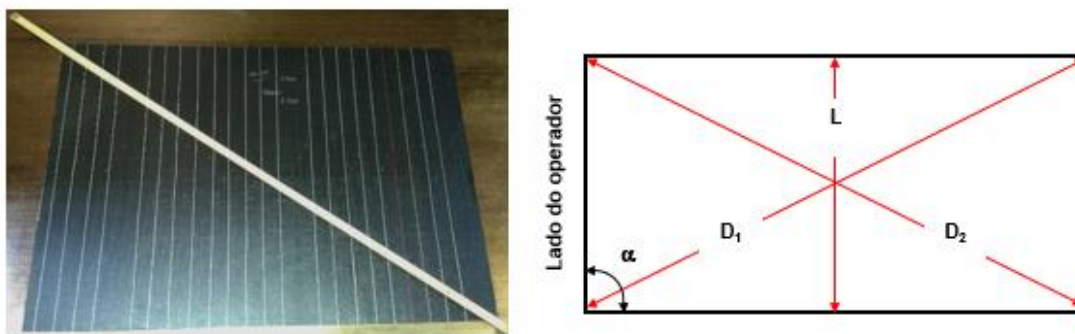


Figura 35 - Medição indireta através do método das Diagonais

$$\alpha = \left[\arccos\left(\frac{L}{D_1}\right) - \arctg\left(\frac{\sqrt{D_1^2 - L^2} - \sqrt{D_2^2 - L^2}}{2L}\right) + \arcsen\left(\frac{L}{D_1}\right) \right] \quad (4.4)$$

O estudo R&R de cada método de medição foi composto por 3 operadores, que mediram 2 vezes cada uma das 10 amostras recolhidas, cumprindo-se assim as exigências típicas requeridas nos manuais de referência. Utilizou-se o *software* Minitab para analisar os dados. O modelo da folha de recolha de dados e os resultados alcançados encontram-se no anexo J.

É importante referir que se optou por medir telas e cintas têxteis com diferentes medidas de ângulo de corte e de largura, de forma a simular um conjunto de situações reais. Por este motivo não faz sentido estudar a variação do sistema de medição como percentagem da variação total do processo, devido à variação das amostras. Para este conjunto de estudos R&R interessou apenas analisar a variação do sistema de medição como percentagem da amplitude de tolerância.

A variação total, conforme descrita na equação 2.9, é dada por:

$$\sigma_{TV} = \frac{+2 - (-2)}{6} = \frac{2}{3} \quad (4.5)$$

Analisando a Tabela 11, conclui-se que o método das Diagonais foi o que apresentou melhores resultados, apesar de ser o mais demorado e complexo. O método da Hipotenusa revelou-se muito impreciso para ângulos próximos de 90°. Quanto à Suta, apesar de ser o método de medição mais expedito, foi descartada devido à fraca resolução do instrumento analógico. Possivelmente a utilização de uma suta digital (resolução de 0,01°) e com um maior comprimento das réguas fosse mais apropriada, contudo esta hipótese não será explorada neste estudo.

Tabela 11 - Resultados do 1º conjunto de estudos R&R

	Suta 1	Hipotenusa 1	Diagonais 1
σ_{EV}	0,242	0,545	0,135
σ_{AV}	0,338	0	0
σ_{R&R}	0,415	0,545	0,135
% R&R Tolerância	62,29	81,68	20,28

Esta primeira análise permitiu adquirir uma visão geral dos métodos de medição e perceber quais as vantagens e desvantagens de cada um. Para corroborar as conclusões preliminares procedeu-se à realização de mais dois estudos R&R:

- Medição de 10 amostras de ângulo pequeno pelo método da Hipotenusa;
- Medição de 10 amostras de ângulo grande pelo método das Diagonais.

A Tabela 12 resume os resultados obtidos no 2º conjunto de estudos R&R.

Tabela 12 - Resultados do 2º conjunto de estudos R&R

	Hipotenusa 2	Diagonais 2
σ_{EV}	0,055	0,034
σ_{AV}	0,056	0,069
$\sigma_{R\&R}$	0,079	0,077
% R&R Tolerância	11,83	11,58

Conclusão dos estudos R&R

Após discussão dos resultados, apesar das variações dos sistemas de medição serem ligeiramente superiores ao recomendado 10% (Tabela 2), concluiu-se que as condições simuladas para a realização destes estudos introduziram um manuseamento prejudicial nas amostras. É expectável que a variação dos sistemas numa situação real seja inferior, pois o manuseamento terá um menor impacto.

Deste modo, para o intervalo de tolerância especificado, a medição indireta através do método da Hipotenusa é aceitável para amostras de ângulo pequeno (cintas têxteis), enquanto a medição indireta através do método das Diagonais é adequada para amostras de ângulo grande (telas têxteis). Os Planos de Controlo elaborados para estes processos, apresentados nas figuras H2 e H3 do anexo H e na figura I2 do anexo I, contemplam as conclusões retiradas com este estudo.

4.6 Construção de talões na Máquina de Talões

Os núcleos de talões dos pneus especiais serão constituídos por várias camadas de um arame metálico coberto com borracha. A impregnação será feita na extrusora da Máquina de Talões, donde o arame seguirá para a jante de construção e será enrolado múltiplas vezes, camada sobre camada, até se produzir o perfil desejado. O SIPOC elaborado para este processo está apresentado na Figura 36.

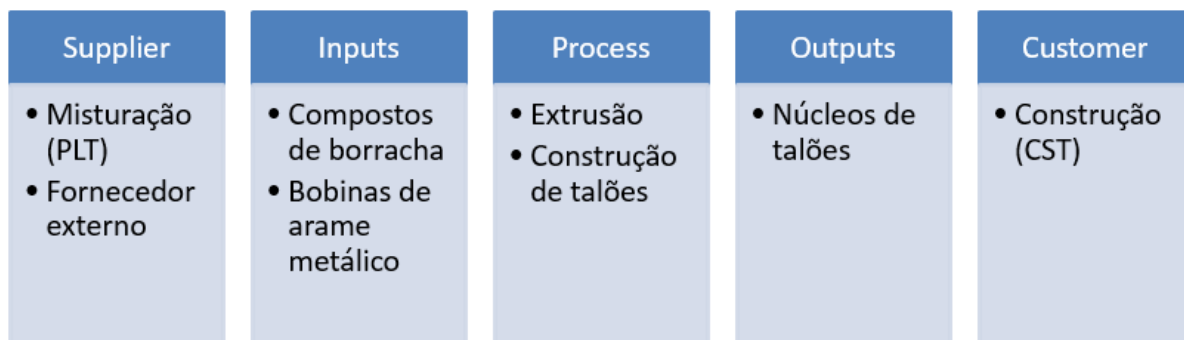


Figura 36 - SIPOC da construção de talões

Após a construção do núcleo, o talão será retirado manualmente da jante e realizadas diversas verificações de acordo com o Plano de Controlo. O método de controlo da geometria, do diâmetro interno e da sobreposição da emenda (diferença entre o início e o final do arame enrolado) dos núcleos de talões será realizado conforme ilustrado na Figura 37

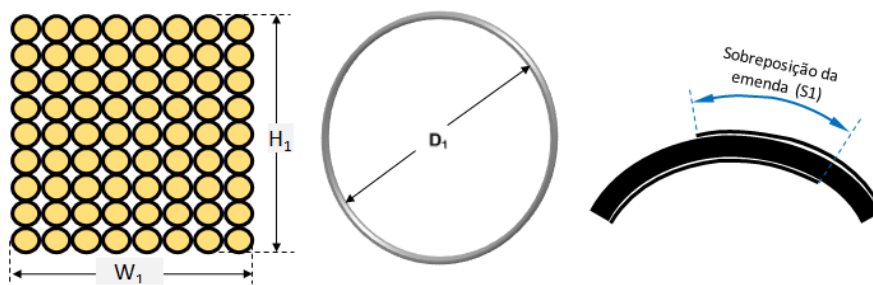


Figura 37 – Geometria do núcleo, diâmetro interno e sobreposição da emenda dos talões

Os documentos do Diagrama de Fluxo, do Plano de Controlo e das Folhas de Registo de rastreabilidade e auto-controlo deste processo, concebidos até ao nível Protótipo, encontram-se no anexo K. A fracção do PFMEA que é possível mostrar está exibida na Figura 38.

FMEA - Construção de Talões															
DESCRIÇÃO PROCESSO/ FUNÇÃO	MODO POTENCIAL DA FALHA	EFEITOS POTENCIAIS DA FALHA	S E V	C L A S	CAUSAS POTENCIAIS DA FALHA	O C O R	CONTROLOS ATUAIS		D E T	N P R	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL DATA	RESULTADOS		
							PREVENÇÃO	DETEÇÃO					AÇÕES TOMADAS	S	O
1.1 Preparação do composto	1 Composto incorreto	E: Variação das propriedades do material I: Separações	9		1 Perda de identificação						Checklist do operador				
					2 Alteração do planeamento da produção						Formação do operador				
					3 Composto armazenado no local errado						Requisitos/ layout de armazenamento				
	2 Composto tem tempo de repouso insuficiente ou data de validade ultrapassada	E: Variação das propriedades do material I: Separações	7		1 Perda de identificação						Checklist do operador				
					2 Não cumprimento do FIFO						Formação do operador				
					3 Composto armazenado no local errado						Requisitos/ layout de armazenamento				

Figura 38 – Exemplo PFMEA da construção de talões

4.7 Aplicação de cunhas e *flippers* na Máquina de Cunhas

A última etapa da produção de talões consiste na aplicação de cunhas e *flippers* para reforço do seu núcleo, operações que serão realizadas na Máquina de Cunhas. Esta nova máquina irá extrudir o perfil da cunha e montar os três elementos, produzindo o designado talão final. O SIPOC desenvolvido para este processo está apresentado na Figura 39.

Supplier	Inputs	Process	Outputs	Customer
<ul style="list-style-type: none"> Misturação (PLT) Construção de talões Preparação a Frio (PLT) 	<ul style="list-style-type: none"> Compostos de borracha Núcleos de talões Flippers 	<ul style="list-style-type: none"> Extrusão Aplicação de cunhas Aplicação de flippers 	<ul style="list-style-type: none"> Talão final 	<ul style="list-style-type: none"> Construção (CST)

Figura 39 - SIPOC da aplicação de cunhas e flippers

A aplicação da cunha e do *flipper* é realizada através da rotação do núcleo do talão sobre o seu eixo, fazendo-se a união simultânea dos componentes ao longo de todo o seu perímetro. O corte no comprimento pretendido e a emenda (junção das extremidades) da cunha e do *flipper* também será automático. A montagem dos três elementos e o método de verificação da sobreposição e do degrau da emenda do *flipper* estão representados na Figura 40.

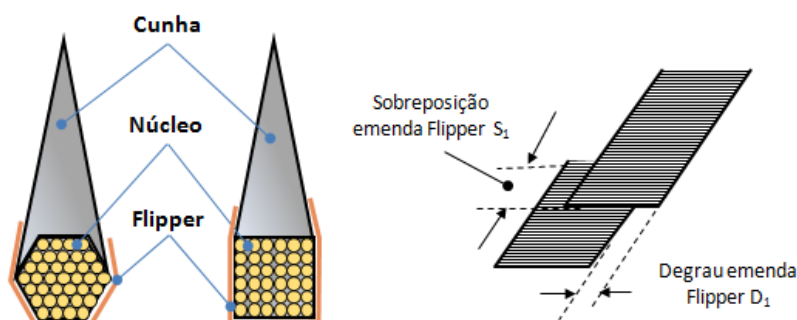


Figura 40 - Montagem dos elementos e sobreposição e degrau da emenda do flipper

O Diagrama de Fluxo, o Plano de Controlo e as Folhas de Registo do processo e de verificação dos equipamentos automáticos encontram-se no anexo L (nível Protótipo). Uma parte do PFMEA desenvolvido está apresentada na Figura 41.

FMEA - Aplicação de Cunhas e Flippers																
DESCRIÇÃO PROCESSO/ FUNÇÃO	MODO POTENCIAL DA FALHA	EFEITOS POTENCIAIS DA FALHA	S E V	C L A S	CAUSAS POTENCIAIS DA FALHA	O C O R	CONTROLOS ATUAIS		D E T	N P R	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL DATA	RESULTADOS			
							PREVENÇÃO	DETEÇÃO					AÇÕES TOMADAS	S	O	D
1.1 Estrusão e arrefecimento da cunha	1 Contaminação com lubrificantes	E: Redução da adesão originando uma diminuição da resistência à fadiga ou ligações após a vulcanização	9		1 Fugas hidráulicas						Definição de plano de manutenção preventiva					
			9		2 Falta de limpeza					Formação do operador						
			9		3 Condições de armazenamento					Requisitos/ layout de armazenamento						
	2 Contaminação com material estranho	E: Redução localizada da adesão	9		1 Falha no detetor de metais						Checklist do operador					
			9		2 Falta de limpeza						Formação do operador					
			9		3 Condições de armazenamento						Requisitos/ layout de armazenamento					

Figura 41 - Exemplo PFMEA da aplicação de cunhas e flippers

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Atualmente, devido ao aumento da concorrência e da globalização dos mercados, a qualidade assume uma posição cada vez mais central e constitui um elemento diferenciador na definição do sucesso de uma empresa em relação aos seus concorrentes.

A qualidade dos produtos ou serviços de uma organização é determinada pela sua capacidade em satisfazer as necessidades e as expectativas dos clientes, cada vez mais exigentes e bem informados. O desenvolvimento de uma cultura focada nos princípios da qualidade e assente na implementação e certificação de um Sistema de Gestão da Qualidade deve ser encarado como uma mais-valia para a organização, pois permite transmitir confiança aos clientes e aumentar a sua satisfação.

A proposta de implementação do SGQ apresentada na presente dissertação, que envolveu a criação e mapeamento de 4 novos Processos de Valor Acrescentado, permite a partilha dos Processos de Gestão e de Suporte das duas fábricas da Continental Mabor e exige apenas uma auditoria de certificação do sistema. Para além destas vantagens, a solução desenhada garante a clara distinção dos processos relativos aos pneus ligeiros e aos pneus especiais e permite assim integrar o novo sistema da forma mais independente e com a menor entropia possível.

A constante orientação para o cliente e os fundamentos do método do Planeamento Avançado da Qualidade do Produto, cujo principal objetivo é assegurar que todos os passos no desenvolvimento e lançamento de um produto são terminados a tempo, ao menor custo e com a qualidade requerida, são compatíveis e estão disseminados nas normas de referência da família ISO. Assim conclui-se que este método constitui uma válida base para o desenvolvimento da necessária documentação e implementação de um SGQ na organização. As atividades desenvolvidas e as ferramentas aplicadas neste trabalho enquadraram-se na 3ª fase do APQP, ou seja, no desenvolvimento do processo.

A correta e eficaz metodologia de análise e documentação dos processos deve começar sempre pelo desenho do Diagrama de Fluxo. Definidas as várias etapas do processo, procede-se à identificação dos potenciais modos de falha, das suas causas raízes e dos efeitos sentidos pelos clientes no PFMEA, e classificam-se os respetivos índices de Severidade, de Ocorrência e de Detecção. Por último, definem-se as verificações adequadas no Plano de Controlo, elaboram-se as Folhas de Registo para recolha dos dados e as Instruções de Trabalho para formação dos operadores. É importante realçar que, como documentos vivos e interligados, todos estes documentos devem ser continuamente revistos e atualizados, e as suas informações sempre coerentes.

Para a aceitação de máquinas novas ou modificadas têm de ser realizados estudos preliminares de capacidade que comprovem a sua aptidão para fornecer produtos capazes de satisfazer consistentemente as necessidades dos clientes. Para quantificar estas avaliações, bem como para fazer algumas verificações presentes nos Planos de Controlo, é essencial possuir sistemas de medição estáveis, robustos e bem definidos.

O estudo preliminar da capacidade da máquina conduzido permitiu concluir que a Calandra é capaz de produzir as duas variáveis em análise de acordo com os limites de tolerância especificados pelos clientes, tendo por isso as modificações sido preliminarmente aceites.

Em relação ao método de medição do ângulo de corte dos tecidos têxteis, os estudos R&R conduzidos, que avaliaram a variação de três métodos de medição como percentagem da amplitude de tolerância deste parâmetro, permitiram concluir que para o intervalo especificado o método da Hipotenusa é aceitável para amostras de ângulo pequeno (cintas têxteis), enquanto que para ângulos grandes (telas têxteis) o método das Diagonais é mais adequado.

Apesar dos objetivos iniciais do projeto terem sido cumpridos, nomeadamente o plano de implementação do novo SGQ, a aplicação de técnicas com vista à qualidade final do produto e o alcance do nível protótipo da documentação dos processos, apenas foi possível abordar uma parte da enorme extensão e complexidade do projeto dos pneus especiais.

Como trabalhos futuros e até à conclusão do novo projeto da empresa, prevista para o ano de 2018 quando a produção dos pneus especiais for regular, é necessário continuar o desenvolvimento da documentação dos processos até ao nível preliminar e depois final, com o objetivo de implementar e certificar um SGQ adaptado aos desafios desta nova realidade.


Para além disso, é preciso realizar os estudos de capacidade para aceitação das restantes máquinas, para garantir que o seu desempenho está de acordo com as tolerâncias estabelecidas ou, caso contrário, tomar as necessárias ações corretivas.

Concluindo é fundamental prosseguir com o método APQP, nomeadamente avançar para a fase 4 (validação do produto e do processo) e posteriormente para a fase 5 (feedback, avaliação e ações corretivas), de modo a garantir a qualidade do produto final e a consequente satisfação dos clientes.

Referências

- Chrysler, Ford e General Motors. 2005. *Statistical Process Control (SPC): Reference Manual*. 2nd Edition ed.: Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.
- . 2006. *Production Part Approval Process (PPAP)*. 4th Edition ed.: Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.
- . 2008a. *Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan: Reference Manual*. 2nd Edition ed.: Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.
- . 2008b. *Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): Reference Manual*. 4th Edition ed.: Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.
- . 2010. *Measurement Systems Analysis (MSA): Reference Manual*. 4th Edition ed.: Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.
- McDermott, R., R.J. Mikulak e M. Beauregard. 2008. *The Basics of FMEA*. 2nd Edition ed.: Taylor & Francis Group.
- Pinto, A. e I. Soares. 2009. *Sistema de Gestão da Qualidade - Guia para a sua implementação*. 1ª Edição ed.: Edições Sílabo, Lda.
- Pires, A.R. 2004. *Qualidade - Sistemas de gestão da qualidade*. 3ª Edição ed.: Edições Sílabo, Lda.
- Press, Dyadem. 2004. *Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis for Automotive, Aerospace and General Manufacturing Industries*. 1st Edition ed.: CRC Press.
- Qualidade, Instituto Português da. 2015a. *NP EN ISO 9000:2015 Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário*.
- . 2015b. *NP EN ISO 9001:2015 Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos*.
- Standardization, International Organization for. 2009. *ISO/TS 16949:2009 Quality management systems - Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations*.
- Thisse, Laurance C. 1998. "Advanced Quality Planning: A Guide for Any Organization". *Quality Progress*:pag 73-77.

ANEXO A: Modelos do FMEA, Plano de Controlo e Instrução de Trabalho utilizados



PoMS

Gestão da Qualidade

Continental Mabor

Ref:

Revisão:

Doc.Orig:

FMEA - Modelo

DESCRIÇÃO PROCESSO/FUNÇÃO	MODO POTENCIAL DA FALHA	EFEITOS POTENCIAIS DA FALHA	C S E L E V S	C A U S A S P O T E N C I A I S D A F A L H A	CONTROLOS ATUAIS			D E T E R	A C O E S R E C O M E N D A D A S	R E S P O N S Á V E L D A T A	RESULTADOS			
					O C O R	P R E V E N I Ç Ã O	D E T E Ç Ã O				A C O E S T O M A D A S	S O D P R		

Pág. 1 de 1

Figura A1 – Modelo de FMEA utilizado

[illegible]

Figura A2 – Modelo de Plano de Controlo utilizado


		PoMS	Gestão da Qualidade Continental Mabor
Processo: Subprocesso: Categoria: Instrução de Trabalho Data:	Autor: Telefone: Revisão: Referência:		
Instrução de Trabalho - Modelo			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Objetivo Para que serve ou porque existe o documento. 2. Âmbito Onde e em que situações o documento é aplicável. 3. Responsabilidades Quem é o responsável pela execução das tarefas definidas no documento. 4. Referências Leis, normas, regulamentos, documentos da Continental, de clientes, e/ou outros documentos relacionados com este documento. Se não existirem referências escrever apenas: N/A 5. Definições Definir as siglas, abreviaturas e conceitos necessários para facilitar a compreensão do documento e a execução das suas tarefas. Se não existirem definições escrever apenas: N/A 6. Descrição Descrever o procedimento, método e tarefas a realizar, bem como reações à deteção de valores fora dos limites especificados. 7. Registos Indicar os registos que resultam do documento. Colocar N/A se não existirem registos. 8. Revisões Incluir uma tabela com todas as revisões e alterações efetuadas no documento. 9. Anexos Listagem dos anexos apresentados no final do documento. Colocar N/A se não existirem anexos. 			
Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.			1/1

Figura A3 – Modelo de Instrução de Trabalho utilizado

ANEXO B: Tabelas de classificação dos índices do FMEA

Índice de Severidade do Efeito = S			
Efeito	<input checked="" type="checkbox"/> O cliente final deve ser sempre considerado em primeiro lugar. Se ambos ocorrerem, usar o mais elevado dos dois índices de Severidade		Class.
	Efeito Cliente Final	Efeito Fabricação / Montagem	
Perigo sem aviso prévio	Classificação muito elevada quando um potencial modo de falha afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não-conformidade com regulamentos, sem aviso prévio	Ou pode colocar em risco o operador (máquina ou montagem) sem aviso	10
Perigo com aviso prévio	Classificação muito elevada quando um potencial modo de falha afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não-conformidade com regulamentos, com aviso prévio	Ou pode colocar em risco o operador (máquina ou montagem) com aviso	9
Muito alto	Veículo/item inoperável (perda da função primária)	Ou 100% do produto pode ter que ser scrapado, ou veículo/item reparado com um tempo de reparação maior do que uma hora	8
Alto	Veículo/item operável, mas com nível de desempenho reduzido. Cliente muito insatisfeito	Ou produto pode ter de ser inspecionado e uma parte (menor que 100%) scrapada, ou veículo/item reparado com um tempo de reparação entre meia hora e uma hora	7
Moderado	Veículo/item operável, mas itens de conforto/conveniência inoperantes. Cliente insatisfeito.	Ou uma porção (menos do que 100%) do produto pode ter de ser scrapado sem inspeção, ou o veículo/item reparado com um tempo de reparação menor que meia hora	6
Baixo	Veículo/item operáveis mas itens de conforto/conveniência operáveis a um nível reduzido de desempenho. Cliente um pouco insatisfeito.	Ou 100% do produto pode ter que ser retrabalhado, ou veículo/item reparado <i>off-line</i> , mas não vai ao departamento de reparações	5
Muito baixo	Itens de Montagem & Acabamento / Ruído e Vibrações não estão em conformidade. Defeito notado pela maior parte dos clientes (superior a 75%)	Ou o produto pode ter de ser inspecionado, sem scrapar, e uma parte (menos do que 100%) retrabalhado	4
Menor	Itens de Montagem & Acabamento / Ruído e Vibrações não estão em conformidade. Defeito notado por 50% dos clientes	Ou uma porção (menos do que 100%) do produto pode ter de ser retrabalhado, sem scrap, na linha, mas fora da estação	3
Mínimo	Itens de Montagem & Acabamento / Ruído e Vibrações não estão em conformidade. Defeito notado por clientes (menos de 25%)	Ou uma porção (menos do que 100%) do produto pode ter de ser retrabalhado, sem scrap, na linha, mas na estação	2
Nenhum efeito	Nenhum efeito perceptível	Ou ligeiro inconveniente para a operação ou operador, ou nenhum efeito	1

Tabela B1 – Classificação do índice de Severidade

Devem ser respeitados os seguintes intervalos de Severidade na classificação de características especiais:

- S** - Requisito legal: 9-10 de Severidade
- ↖** - Requisito cliente: 5-8 de Severidade
- OS** - Segurança do operador: 9-10 de Severidade
- HI** - Elevado impacto: 5-8 de Severidade

Estes símbolos quando aplicáveis devem estar presentes no FMEA e Plano de Controlo respetivo, na coluna referente à Classificação.

Índice de Ocorrência = O		
Crítérios Probabilidade de Falha	Ocorrência	Class.
Remota: probabilidade remota de ocorrência. Não será razoável esperar que se produza a falha. Também não aparecem associadas a processos semelhantes	≤ 0.01 em 1 000	1
Muito baixa: só muito isoladamente ocorre a falha. Em processos semelhantes o número de falhas é também esporádico.	≤ 0.1 em 1 000	2
Baixa: probabilidade baixa de falha. Em processos semelhantes o número de falhas só isoladamente ocorre.	≤ 0.5 em 1 000	3
Moderada: probabilidade moderada de falha. Processos semelhantes têm experimentado algumas falhas, mas não em grandes proporções.	≤ 1 em 1 000	4
	≤ 2 em 1 000	5
	≤ 5 em 1 000	6
Alta: probabilidade alta de falha. Associadas a processos semelhantes as falhas ocorrem muitas vezes, as quais causaram problemas no passado.	≤ 10 em 1 000	7
	≤ 20 em 1 000	8
Muito Alta: probabilidade muito alta de falha. Quase de certeza as falhas ocorrerão em grandes proporções.	≤ 50 em 1 000	9
	≥ 100 em 1 000	10

Tabela B2 - Classificação do índice de Ocorrência

Índice de Detecção = D						
Critérios: Capacidade dos controlos existentes do processo (ou no processo seguinte) de impedir a saída do modo de falha ou imperfeição para o cliente						
Detecção	Critério	A	B	C	Métodos de Detecção	Class.
Quase impossível	Certeza absoluta de não deteção				Impossível detetar ou não verificado	10
Muito remota	Controlos provavelmente não detetam				Controlo é efetuado apenas com verificações indiretas ou aleatórias	9
Remota	Controlos têm pouca probabilidade de Detecção				Controlo é efetuado apenas com inspeção visual	8
Muito baixa	Controlos têm pouca probabilidade de Detecção				Controlo é efetuado apenas com dupla inspeção visual	7
Baixa	Controlos podem detetar				Controlo é efetuado com métodos gráficos, tais como SPC (Statistical Process Control)	6
Moderada	Controlos podem detetar				Controlo é baseado na medição de variáveis logo após produção, OU controlo Passa/Não Passa a 100% das peças logo após produção das mesmas	5
Moderadamente alta	Controlos têm boa probabilidade de Detecção				Detecção de Erros nas operações seguintes, OU medições efetuadas no setup e verificação da 1ª peça (apenas para Causas ligadas aos setups)	4
Alta	Controlos têm boa probabilidade de Detecção				Detecção de Erros no posto de trabalho, OU Detecção de Erros nas operações seguintes através de múltiplos níveis de aceitação: fornecimento, seleção, instalação e verificação. Impossível aceitar peça não conforme	3
Muito Alta	Controlos quase de certeza que detetam				Detecção de Erros no posto de trabalho, (medição automática com paragem automática). Impossível passar peça não conforme.	2
Muito Alta	Controlos de certeza que detetam				Peças não conforme não podem ser produzidas devido a sistemas anti erro introduzidos no desenho do processo/produto	1

Tipos de Inspeção: **A** - Sistema Anti Erro **B** – Medição **C** – Inspeção Manual

Tabela B3 - Classificação do índice de Detecção

ANEXO C: Proposta de integração do Sistema de Gestão da Qualidade



Figura C1 – Interface geral dos processos

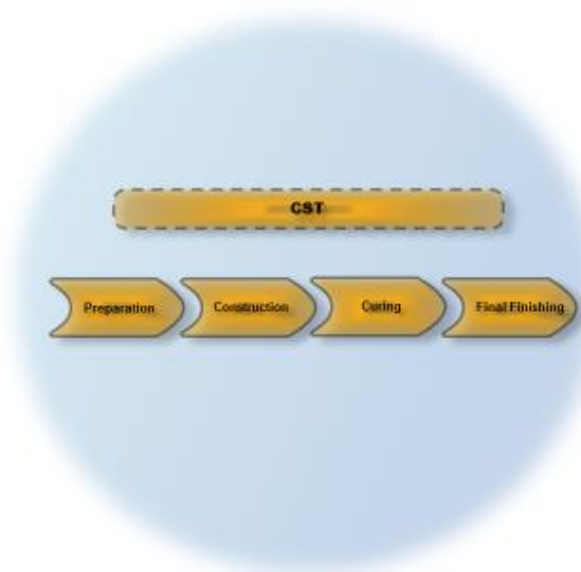


Figura C2 – Interface dos processos CST



Figura C3 – Interface do processo “Preparação” e seus subprocessos



Figura C4 – Interface do processo “Construção” e seus subprocessos

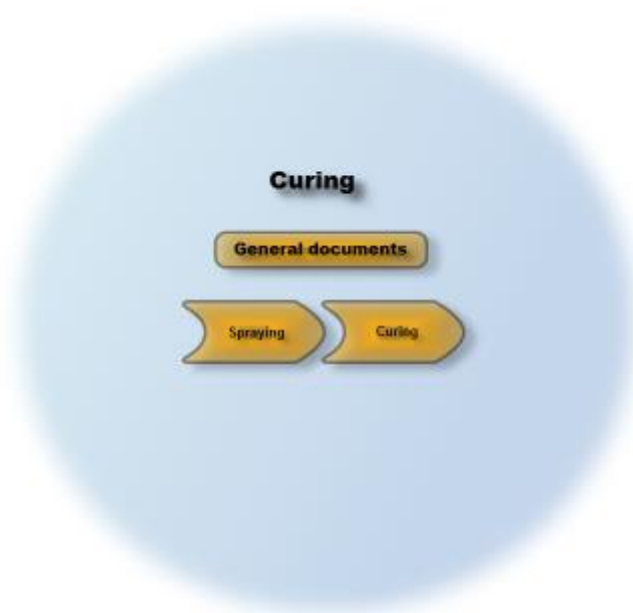


Figura C5 – Interface do processo “Vulcanização” e seus subprocessos



Figura C6 – Interface do processo “Inspeção Final” e seus subprocessos

ANEXO D: Quadro Sinóptico Geral de Fabrico e Controlo

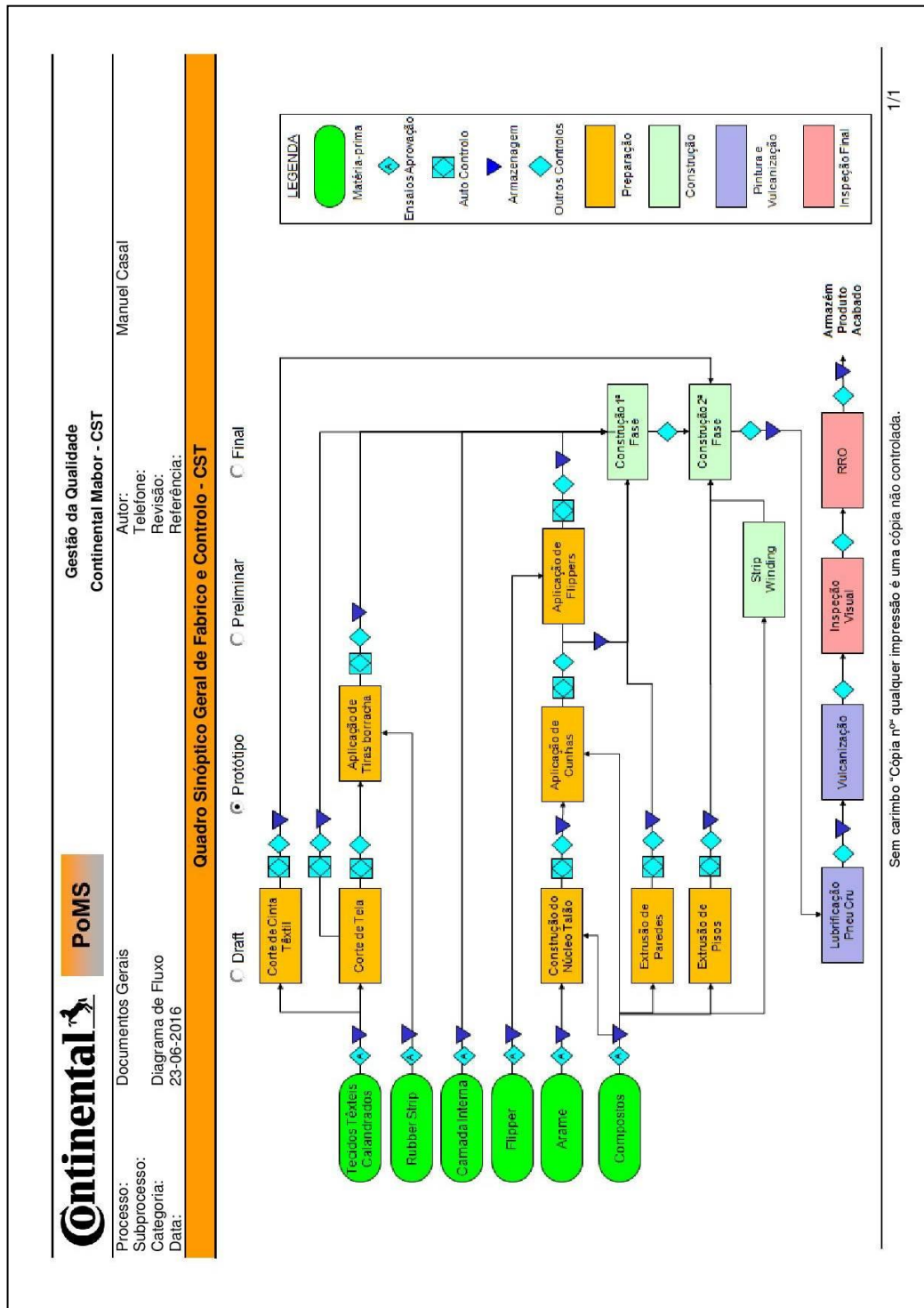


Figura D1 – Quadro Sinóptico CST

ANEXO E: Transporte, receção e armazenamento dos materiais

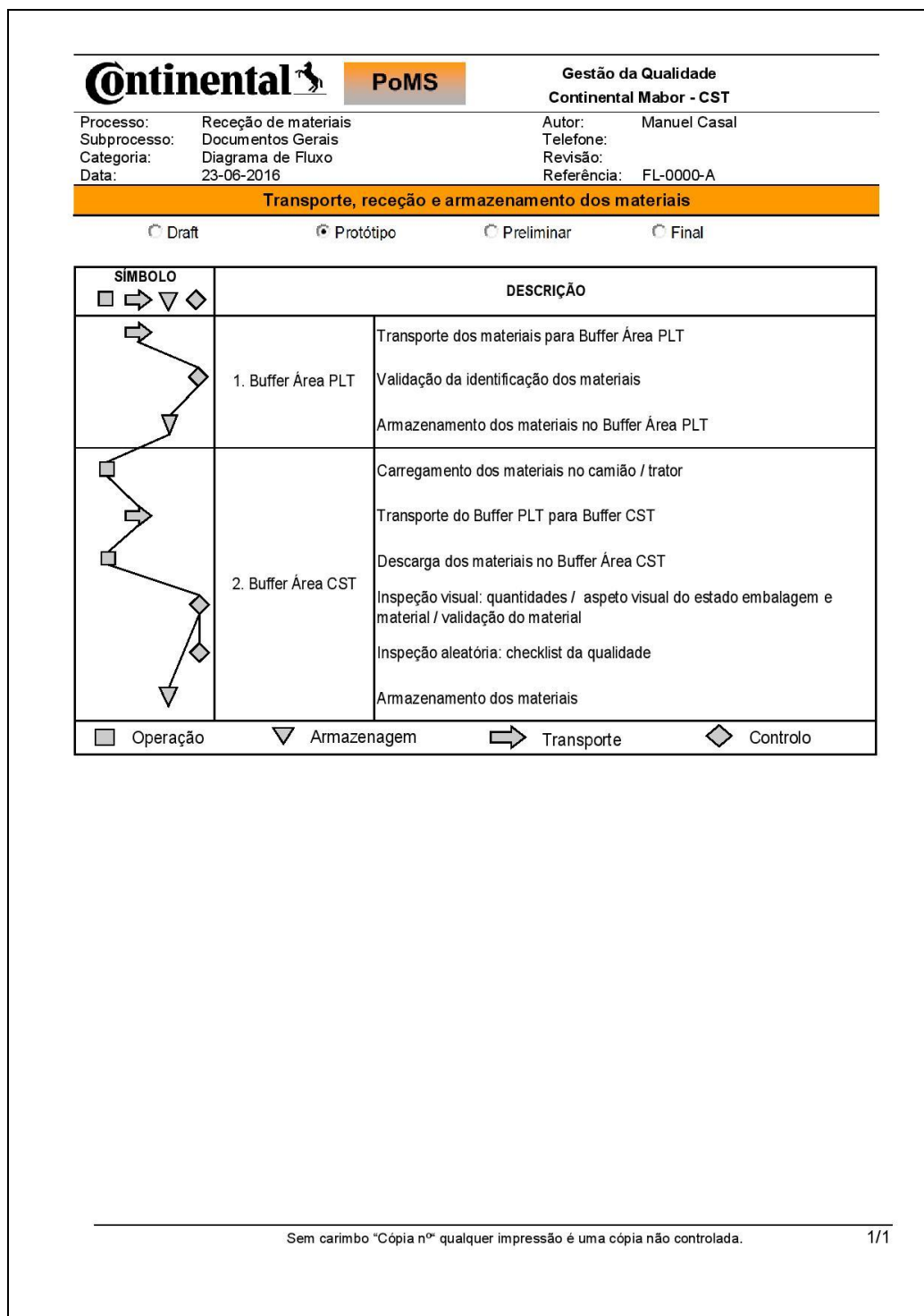



Figura E1 – Diagrama de Fluxo do “Transporte, receção e armazenamento dos materiais”



PoMS

Gestão da Qualidade

Continental Mabor - CST

Processo: Receção de materiais

Sub-Processo: Documentos Gerais

Tipo de documento: Plano de Controlo

Data: 23-06-2016

Elaborado por: Manuel Casal

Telefone:

Revisão:

Referência: CO-0000-A

☐ Draft ☒ Protótipo ☐ Preliminar ☐ Final

Transporte, receção e armazenamento dos materiais

Etapas	Item,Característica,Parâmetro	Referências		Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela			Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado	
		Procedimento	Especificação				Amostra	Verificação	Avaliação			Por	Durante
1. Buffer Área PLT	Validação da identificação dos materiais	WI-0000-A Novo	Novo	Visual	Todas as descargas	100%	-	DP	DP	Chamar supervisor	Etiqueta de identificação	DP	1 Mês
2. Buffer Área CST	Inspeção visual: quantidades / aspeto visual do estado da embalagem e material / validação do material	WI-0000-A Novo	-	Visual	Todas as descargas	100%	AMP	AMP	AMP	Ficha de Inspeção c/ pedido de disposição à DQ	Novo	AMP	5 Anos
2. Buffer Área CST	Inspeção aleatória: checklist da qualidade	WI-0000-A Novo	-	Visual, fita métrica	Amostragem	PR-0038	DQ	DQ	DQ	Segundo PR-0038	FO-0000-A	DQ	3 Anos

Figura E2 – Plano de Controlo do “Transporte, receção e armazenamento dos materiais”

Continental		PoMS	Gestão da Qualidade				Refª: FO-0000-A				
			Continental Mabor - CST				Rev.:				
		<input type="radio"/> Draft <input checked="" type="radio"/> Protótipo <input type="radio"/> Preliminar <input type="radio"/> Final					Orig:				
Checklist Receção de Materiais - Inspetor Processo											
Data / hora:					Inspetor:						
Área	Pontos	Descrição do Procedimento	Verificações				Avaliação		Observações/Ações		
							Ok	N/OK			
Área PLT	1	Identificação dos materiais? (Legibilidade da impressão das etiquetas, conteúdo, estado de inspeção e ensaio).						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2	O FIFO é cumprido? (Verificar 2 materiais).						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	3	Housekeeping? (Verificar arrumação e limpeza da área).						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Área CST	4	Identificação dos materiais? (Legibilidade da impressão das etiquetas, conteúdo, estado de inspeção e ensaio).						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	5	O FIFO é cumprido? (Verificar 2 materiais).						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	6	A Área Material Retido está conforme? (Verificar ocupação, arrumação e identificação/ estado/ disposição do material retido).						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	7	Housekeeping? (Verificar arrumação e limpeza da área).						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	8	Os materiais estão dimensionalmente conformes? (Selecionar aleatoriamente 3 materiais e efetuar medições ou retirar amostras para ensaios LAB).	Material 1 :	Esp.	Valor 1	Valor 2	Valor 3				
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			Material 2 :						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Material 3 :								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Procedimento: a) Assinalar o resultado da verificação no correspondente quadrado -> <input type="checkbox"/> b) Em caso de não conformidade, avisar a área envolvida, solicitar a sua correção e reter, se necessário.											

Cópia: DP1, DP2, Área envolvida, DQ

3 anos - DQ - Eliminação

Figura E3 – Folha de Registo do “Transporte, receção e armazenamento dos materiais”

ANEXO F: Calandragem de Camadas Simples

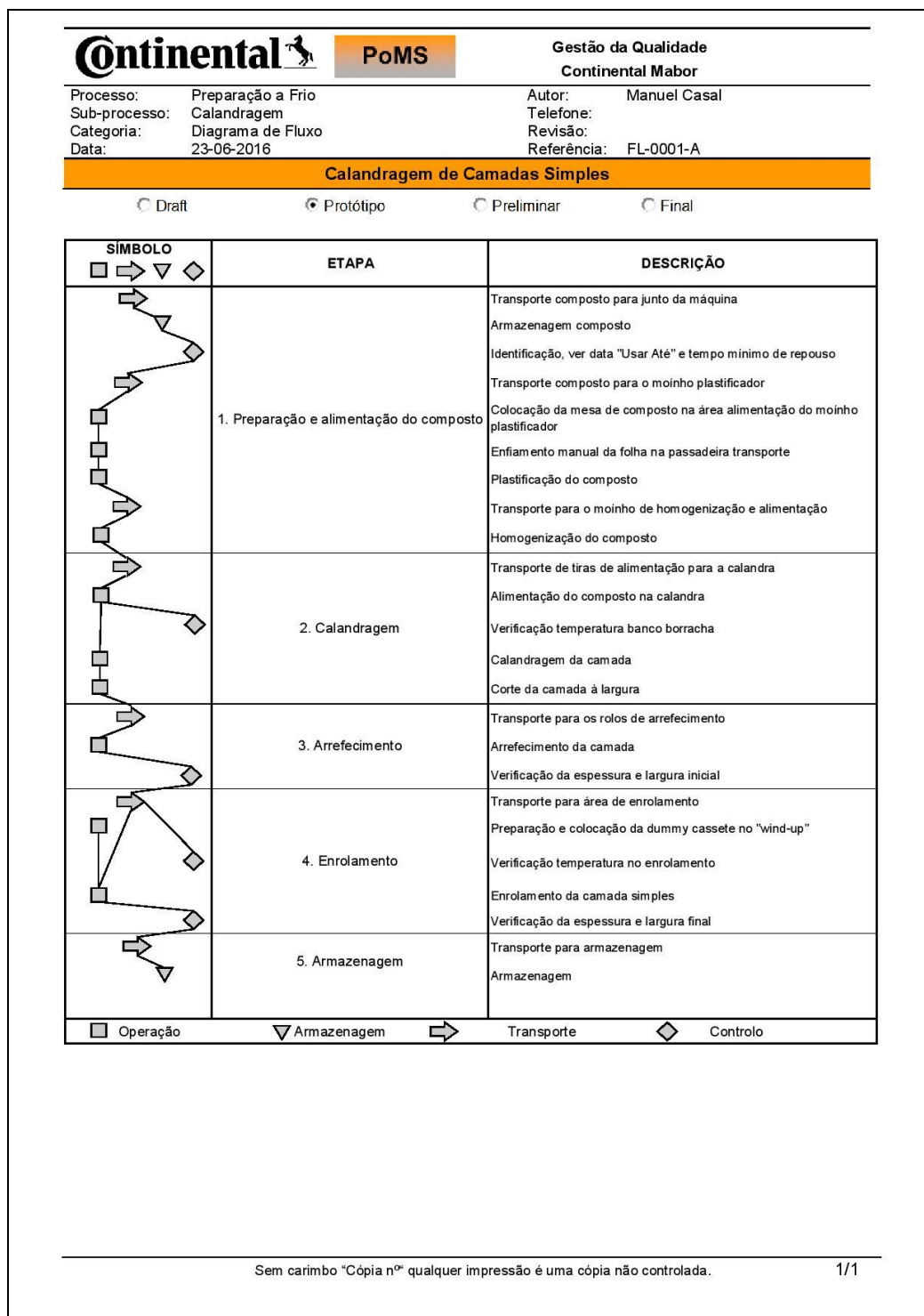


Figura F1 – Diagrama de Fluxo do processo “Calandragem de Camadas Simples”

Continental		POMS		Gestão da Qualidade				Continental Mabor			
Processo: Preparação a Frio		Elaborado por: Manuel Casal									
Sub-Processo: Calandragem		Telefone:									
Tipo de documento: Plano de Controlo		Revisão:									
Data: 23-06-2016		Referência: CO-0001-A									
Calandragem de Camadas Simples											
Etapas	Item, Característica, Parâmetro	Referências		Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela		Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado
		Procedimento	Especificação				Amostra	Verificação			
1. Preparação e alimentação do composto	Identificação, ver data "Usar Até" e tempo mínimo de repouso	PR-0057	SP-0077	Visual	Início do turno; cada mesa de composto	-	DP	DP	Chamar supervisor	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	DP 1 mês
2. Calandragem	CIV (Calendar Inherent Variations)	WI-0018	-	WI-0018	1x/ano	1 revolução	DQ	DQ	De acordo com WI-0018	Informático	DQ 5 anos
2. Calandragem	Temperatura do banco borracha	WI-0488	-	Pirómetro de agulha	2x/mês	1 medição	DQ	DQ	De acordo com WI-0488	Informático	DQ 3 anos
3. Arrefecimento	Espessura inicial da camada	WI-0001-A	SP-0018 novo	Micrómetro	Meio cada rolo	2 medições (L1 - lado operador; L2 - lado oposto)	DP	DP	Reter, corrigir e/ou avisar supervisor	FO-0001-A	DP 3 anos
3. Arrefecimento	Largura inicial da camada	WI-0001-A	SP-0018 novo	Fita métrica	Meio cada rolo	3 medições espaçadas 0,5 metros entre si	DP	DP	Reter, corrigir e/ou avisar supervisor	FO-0001-A	DP 3 anos
4. Enolamento	Temperatura no enrolamento	WI-0488	-	Termómetro de infravermelhos	2x/mês	1 medição	DQ	DQ	De acordo com WI-0488	Informático	DQ 3 anos
4. Enolamento	Espessura final da camada	WI-0001-A	SP-0018 novo	Micrómetro	Final do rolo	2 medições (L1 - lado operador; L2 - lado oposto)	DP	DP	Reter, corrigir e/ou avisar supervisor	FO-0001-A	DP 3 anos
4. Enolamento	Largura final da camada	WI-0001-A	SP-0018 novo	Fita métrica	Final do rolo	3 medições espaçadas 0,5 metros entre si	DP	DP	Reter, corrigir e/ou avisar supervisor	FO-0001-A	DP 3 anos
5. Armazenamento	N/A										

Figura F2 – Plano de Controlo do processo “Calandragem de Camadas Simples”



PoMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Preparação a Frio
Subprocesso: Calandragem
Categoria: Instrução de Trabalho
Data: 23-06-2016

Autor: Manuel Casal
Telefone:
Revisão:
Referência: WI-0001-A

Calandragem de Camadas Simples

☐ Draft☒ Protótipo☐ Preliminar☐ Final

1. Objetivo

Verificar por autocontrolo o processo de calandragem de camadas simples em termos de espessura e largura.

2. Âmbito

Aplica-se às características em autocontrolo da responsabilidade da Produção, referidas no respetivo Plano de Controlo.

3. Responsabilidades

A responsabilidade pela aplicação é do DP-II Frio.

4. Referências

HQST-V-MA-G-00-WI -0036-02
PLLO-V-CP-I-00-WI-0014-14

5. Definições

N/A

6. Descrição

6.1. Espessura da camada simples

6.1.1. Procedimento

Processo	Calandragem de camada.
Medição a efetuar	São realizadas 2 medições: Lado operador (E1), Lado oposto ao operador (E2).
Seleção do componente	De acordo com Plano de Controlo.
Momento da medição	Depois dos rolos de arrefecimento.
Período de repouso	Não.
Movido antes de medir	Sim. É transportado até ao micrómetro.

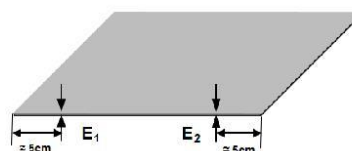
6.1.2. Plano de Controlo

Amostra consecutiva	Sim.
Instrumento de medição	Micrómetro.
Resolução do instrumento de medição	0,01 mm.

6.1.3. Notas

N/A

Figura 1 – Exemplo da técnica e local de medição da espessura da camada





PoMS

Gestão da Qualidade
Continental Mabor

Processo: Preparação a Frio
Subprocesso: Calandragem
Categoria: Instrução de Trabalho
Data: 23-06-2016

Autor: Manuel Casal
Telefone:
Revisão:
Referência: WI-0001-A

Calandragem de Camadas Simples

6.2. Largura da camada simples

6.2.1. Procedimento

Processo	Calandragem de camada.
Medição a efetuar	São realizadas 3 medições espaçadas 0,5 metros entre si e a cerca de 5 metros do fim da cassette (L1, L2, L3)
Seleção do componente	De acordo com Plano de Controlo.
Momento da medição	Depois dos rolos de arrefecimento.
Periodo de repouso	Não.
Movido antes de medir	Não. Medição realizada na cassette.

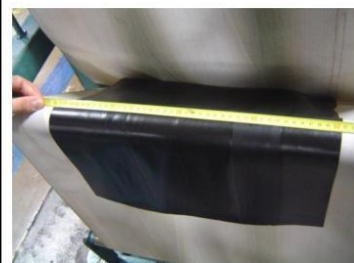
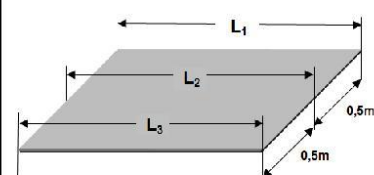
6.2.2. Plano de Controlo

Amostra consecutiva	Sim.
Instrumento de medição	Fita métrica.
Resolução do instrumento de medição	0,5 mm.

6.2.3. Notas

N/A

Figura 2 – Exemplo da técnica e local de medição da largura da camada



6.3. Ações corretivas

Se forem detetados valores fora dos limites especificados, atuar de imediato e em consonância com o procedimento PLLO-M-QM-00-00-PR-0079-14.

7. Registos

Registar os valores obtidos, assim como as eventuais ações corretivas, nas folhas de registo indicadas no respetivo plano de controlo.

8. Revisões

Revisão	Data	Descrição
1	14.03.2016	Draft
2	23.04.2016	Protótipo

9. Anexos

N/A

ANEXO G: Estudo CIV

CALANDRA #03 - Calandragem Camada Simples
Calender Inherent Variations (CIV)
- RESULTADOS ORIGINAIS -

Característica: Espessura **DATA DO ESTUDO: 07-Abr-16**

Fábrica: **LOUSADO**

Camada borracha: ☒

Material: **Camada de borracha B-460**

Velocidade: **9 m/min**

Diâmetro Rolos: **610 mm**

Lado Operador

↑

Largura Total (Direcção da largura)

←

Direcção do enrolamento

↓

Lado Oposto Operador

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1.5	2.6	3.5	4.5	5.6	6.5	7.6	8.5	9.6	10.5	11.5	12.5
4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.4	11.4	12.4
3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.3
2	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2
1	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1

1 revolução 1916

A = $\frac{1916}{12} = 159.70 \text{ mm}$ Largura 950

Amostra 12 Amostra 5 B = $\frac{950}{5} = 190.00 \text{ mm}$

Nominal: **0,9 mm** Tol.: **± 0,1 mm**

— mm —

	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Média
Lin 1	0.90	0.87	0.87	0.87	0.86	0.87
Lin 2	0.88	0.87	0.86	0.87	0.86	0.87
Lin 3	0.89	0.88	0.87	0.87	0.87	0.88
Lin 4	0.90	0.90	0.88	0.89	0.88	0.89
Lin 5	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.91
Lin 6	0.92	0.90	0.90	0.89	0.89	0.90
Lin 7	0.91	0.90	0.89	0.91	0.91	0.90
Lin 8	0.91	0.91	0.89	0.90	0.89	0.90
Lin 9	0.91	0.91	0.88	0.89	0.90	0.90
Lin 10	0.93	0.92	0.90	0.90	0.90	0.91
Lin 11	0.90	0.90	0.88	0.89	0.89	0.89
Lin 12	0.91	0.88	0.87	0.88	0.89	0.89
Média	0.91	0.90	0.88	0.89	0.89	0.89

CONDIÇÕES GERAIS

- Amostra = **± 2 metros**;
- Tam. amostra (indiv.) = **12x5 = 60**;
- Área amostra individual = **100cm²**;
- Processo = **estável**;
- Local de recolha da Amostra = **final**;
- Protecção amostras = **plástico (dos dois lados)**;
- Cuidados especiais = **Manuseamento**;
- Inst. Med. = **Comparador / Bal. Laboratório**;
- Resolução = **0,01 mm / 0,01 g**.

Notas:

a) Identificar as amostras sempre com os números às direitas.

b) Identificar as amostras sempre com os números às direitas.

c) Cortar as amostras rectangulares com máximo cuidado para não as deformar.

d) Ajustar cada uma das tiras (12 amostras cada) encostando-a ao limite do cortador e, mais uma vez, com os números de identificação a ler-se às direitas.

e) Centrar visualmente com cuidado cada uma dos 60 rectângulos no cortador e cortar.

f) Se a característica a medir for o peso, proteger as amostras com plástico e proceder às medições.

g) No caso de espessura, medir 5 pontos de cada amostra ainda com o plástico original, calcular a média e registar, descontando o valor da espessura do plástico.

Figura G1 – Folha de recolha de dados utilizada para a Espessura

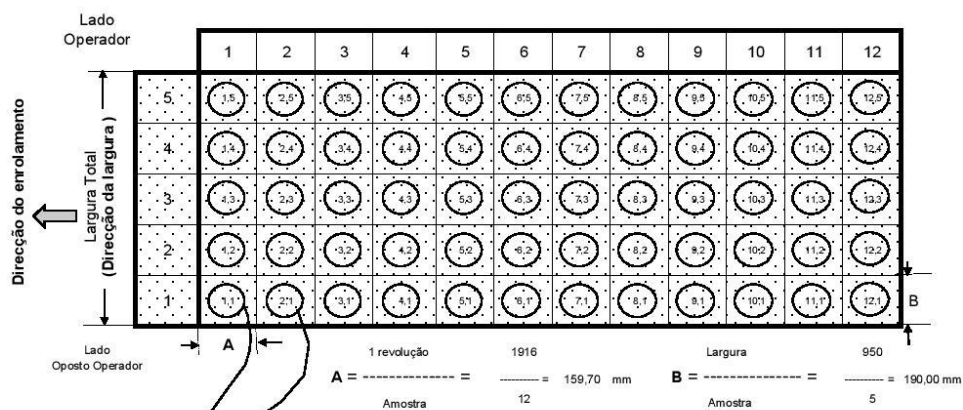
CALANDRA #03 - Calandragem Camada Simples
Calender Inherent Variations (CIV)
- RESULTADOS ORIGINAIS -

Característica: **Peso**

DATA DO ESTUDO: 07-Abr-16

Fábrica:	LOUSADO
Camada borracha	<input checked="" type="checkbox"/>
Material:	Camada de borracha B-460

Velocidade:	9 m/min
Diâmetro Rolos	610 mm



Nominal: 1065 g/m ²		Tol.: ± 7,5%				
		--- g/m ² ---				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Média
Lin 1	1061,00	1050,00	1034,00	1038,00	1029,00	1042,40
Lin 2	1042,00	1037,00	1025,00	1035,00	1027,00	1033,20
Lin 3	1055,00	1046,00	1035,00	1038,00	1032,00	1041,20
Lin 4	1077,00	1067,00	1057,00	1062,00	1053,00	1063,20
Lin 5	1098,00	1085,00	1072,00	1080,00	1067,00	1080,40
Lin 6	1099,00	1084,00	1077,00	1074,00	1068,00	1080,40
Lin 7	1082,00	1070,00	1069,00	1077,00	1076,00	1074,80
Lin 8	1083,00	1086,00	1059,00	1071,00	1073,00	1074,40
Lin 9	1095,00	1077,00	1066,00	1065,00	1071,00	1074,80
Lin 10	1105,00	1089,00	1078,00	1077,00	1075,00	1084,80
Lin 11	1083,00	1085,00	1054,00	1058,00	1064,00	1064,80
Lin 12	1082,00	1056,00	1050,00	1054,00	1059,00	1060,20
Média	1080,17	1067,67	1056,33	1060,75	1057,83	1064,55

CONDIÇÕES GERAIS

- Amostra = ± 2 metros;
- Tam. amostra (individ.) = 12x5 = 60;
- Área amostra individual = 100cm²;
- Processo = estável;
- Local de recolha da Amostra = final;
- Protecção amostras = plástico (dos dois lados);
- Cuidados especiais = Manuseamento;
- Inst. Med. = Comparador / Bal. Laboratório;
- Resolução = 0,01mm / 0,01 g.

Notas:

- identificar as amostras sempre com os números às direitas.
- identificar as amostras sempre com os números às direitas.
- cortar as amostras rectangulares com máximo cuidado para não as deformar.
- ajustar cada uma das tiras (12 amostras cada) encostando-a ao limite do cortador e, mais uma vez, com os números de identificação a ler-se às direitas.
- centrar visualmente com cuidado cada uma dos 60 rectângulos no cortador e cortar.
- Se a característica a medir for o peso, proteger as amostras com plástico e proceder às medições.
- No caso de espessura, medir e 5 pontos de cada amostra ainda com o plástico original, calcular a média e registar, descontando o valor da espessura do plástico.

Figura G2 – Folha de recolha de dados utilizada para o Peso

ANEXO H: Corte de Tela Têxtil

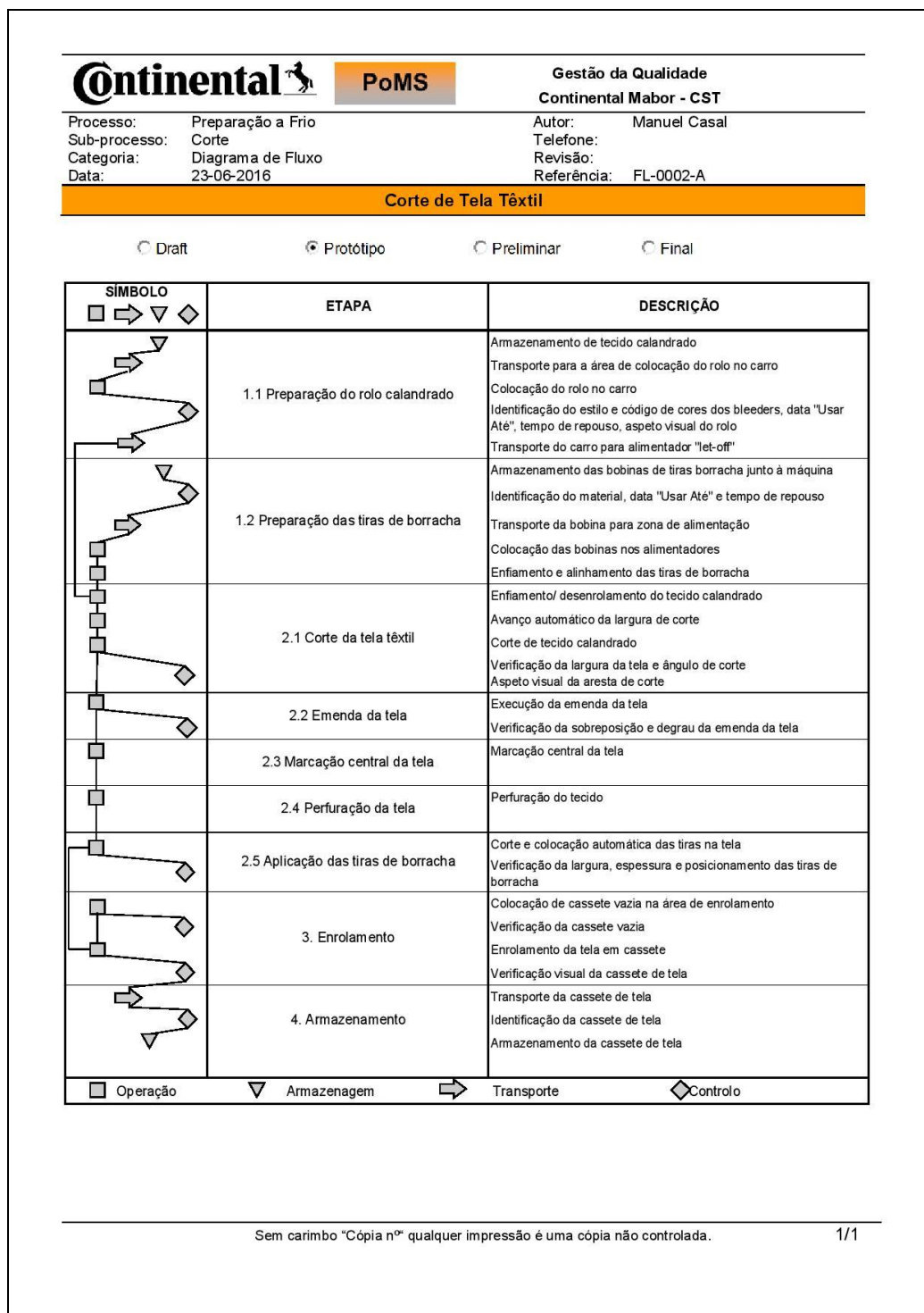


Figura H1 – Diagrama de Fluxo do processo “Corte de Tela Têxtil”

Continental		PoMS		Gestão da Qualidade Continental Mabor - CST									
Processo:		Preparação a Frio				Elaborado por: Manuel Casal							
Sub-Processo:		Corte				Telefone:							
Tipo de documento:		Plano de Controlo				Revisão:							
Data:		23-06-2016				Referência: CO-0002-A							
Corte de Tela Têxtil													
Etapas	Item, Característica, Parâmetro	Referências		Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela			Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado	
		Procedimento	Especificação				Amostra	Verificação	Avaliação			Por	Durante
1.1 Preparação do rolo calandrado	Identificação do estilo e código de cores dos bleeders, Data "Usar Até" e tempo de repouso, Aspeto visual do rolo	PR-0057	SP-0077	Visual	Cada rolo	-	-	DP	DP	Reter e avisar supervisor	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	DP	1 Mês
1.2 Preparação das tiras de borracha	Identificação do material, Data "Usar Até" e tempo de repouso	PR-0057	SP-0077	Visual	Cada bobina	-	-	DP	DP	Reter e avisar supervisor	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	DP	1 Mês
2.1 Corte da tela têxtil	Largura da tela têxtil	-	Especificação individual	Equip. auto	Continua	100%	Equipam. automático	Equipam. automático	Equipam. automático	Aviso para acção de ajuste ou rejeição do material	-	-	-
2.1 Corte da tela têxtil	Parâmetros de setup: Largura da tela	WI-0002-A Novo	Especificação individual	Régua metálica	1º corte, mudança medida	1 corte	DP	DP	DP DP-DATP	Ajustar largura e/ou avisar supervisor	FO-0002-A	DP	1 Ano
2.1 Corte da tela têxtil	Ângulo de corte	WI-0002-A Novo	Especificação individual	Fita métrica (diagonais + largura)	1º corte, mudança ângulo	1 corte	DP	DP	DP DP-DATP	Ajustar ângulo e/ou avisar supervisor	FO-0002-A	DP	1 Ano
2.1 Corte da tela têxtil	Aspeto visual da aresta do corte	PR-0078	-	Visual	100%	-	-	DP	-	Segregar material e/ou avisar supervisor.	-	-	DQ
2.2 Emenda da tela	Sobreposição da emenda	WI-0002-A Novo	SP-0038 Novo	Régua metálica	1º corte, mudança medida	1 emenda (lado operador e oposto)	DP	DP	DP DP-DATP	Ajustar e/ou avisar supervisor	FO-0002-A	DP	1 Ano
2.2 Emenda da tela	Degrau da emenda	WI-0002-A Novo	SP-0038 Novo	Régua metálica	1º corte, mudança medida	1 emenda (lado operador e oposto)	DP	DP	DP DP-DATP	Ajustar e/ou avisar supervisor	FO-0002-A	DP	1 Ano
2.3 Marcação central da tela	N/A												
2.4 Perfuração da tela	N/A												
2.5 Aplicação das tiras de borracha	Largura das tiras de borracha	WI-0002-A Novo	SP-0038 Novo	Régua metálica	1º corte, mudança medida	1 corte	DP	DP	DP DP-DATP	Ajustar e/ou avisar supervisor	FO-0002-A	DP	1 Ano
2.5 Aplicação das tiras de borracha	Posicionamento das tiras de borracha	WI-0002-A Novo	SP-0038 Novo	Régua metálica	1º corte, mudança medida	1 corte	DP	DP	DP DP-DATP	Ajustar e/ou avisar supervisor	FO-0002-A	DP	1 Ano

Continental		PoMS		Gestão da Qualidade Continental Mabor - CST									
Processo:		Preparação a Frio				Elaborado por: Manuel Casal							
Sub-Processo:		Corte				Telefone:							
Tipo de documento:		Plano de Controlo				Revisão:							
Data:		23-06-2016				Referência: CO-0002-A							
Corte de Tela Têxtil													
Etapas	Item, Característica, Parâmetro	Referências		Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela			Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado	
		Procedimento	Especificação				Amostra	Verificação	Avaliação			Por	Durante
2.5 Aplicação das tiras de borracha	Espesura das tiras de borracha	WI-0002-A Novo		Micrómetro	1º corte, mudança medida	-	DP	DP	DP DP-DATP	Reter e avisar supervisor	FO-0002-A	DP	
3. Enrolamento	Dispositivo Anti-Erro: Verificação do equipamento de detecção de cassette vazia	WI-0002-A Novo	-	Visual	1x/dia	-	DP	DP	DP DP-DATP	Avisar supervisor	FO-0002-A	DP	1 Ano
3. Enrolamento	Aspeto visual, rugas, zonas danificadas, etc	-	-	Visual	100%	-	-	DP	DP	Assinalar cassette/ zonas afetadas	Assinalar etiqueta das cassetes afetadas	DP	-
4. Armazenamento	Identificação do material	PR-0057	Especificação individual	Visual	100%	-	-	DP	DP	Segregar, avisar supervisor	Etiqueta	DP	-

Figuras H2 e H3 – Plano de Controlo do processo “Corte de Tela Têxtil”

Continental		PoMS	Gestão da Qualidade	O Draft	<input checked="" type="radio"/> Protótipo	O Preliminar	O Final	Ref: FO-0002-A Rev.: Orig.:									
Continental Mabor - CST			Rastreabilidade e Controle do processo de Corte de Tela Têxtil														
Data:	Turno:	Operador (nº/nome)	Operator (por setup)														
Verificação do equipamento de Detecção de Cassete Vazia							OK <input type="checkbox"/>	NOK <input type="checkbox"/>	Rececionado por:				Avaliado por: DAP				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.		
Tela (m²)	Exatidão																
	Nº fols																
	Calandra																
	Data de fabrico																
Características (1ª corte por unidade de medida)	Tolerância ± 2 Desvio ± (coordenadas)	LOO															
	Diagonais da armadura ± 3 Desvio ± (mm)	LOO															
	Largura da tela ± 5 Desvio ± (mm)																
	Ângulo corte ± 2 Desvio ±(°)																
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.	cod.		
Tela (m²)	Exatidão																
	Nº fols																
	Calandra																
	Data de fabrico																
Características (1ª corte por unidade de medida)	Tolerância ± 2 Desvio ± (coordenadas)	LOO															
	Diagonais da armadura ± 3 Desvio ± (mm)	LOO															
	Largura da tela ± 5 Desvio ± (mm)																
	Ângulo corte ± 2 Desvio ±(°)																

LD = Lado do Operador; LOO = Lado Oposto do Operador

[illegible]

Figuras H4 e H5 – Folhas de Registo do processo “Corte de Tela Têxtil”

ANEXO I: Corte de Cinta Têxtil

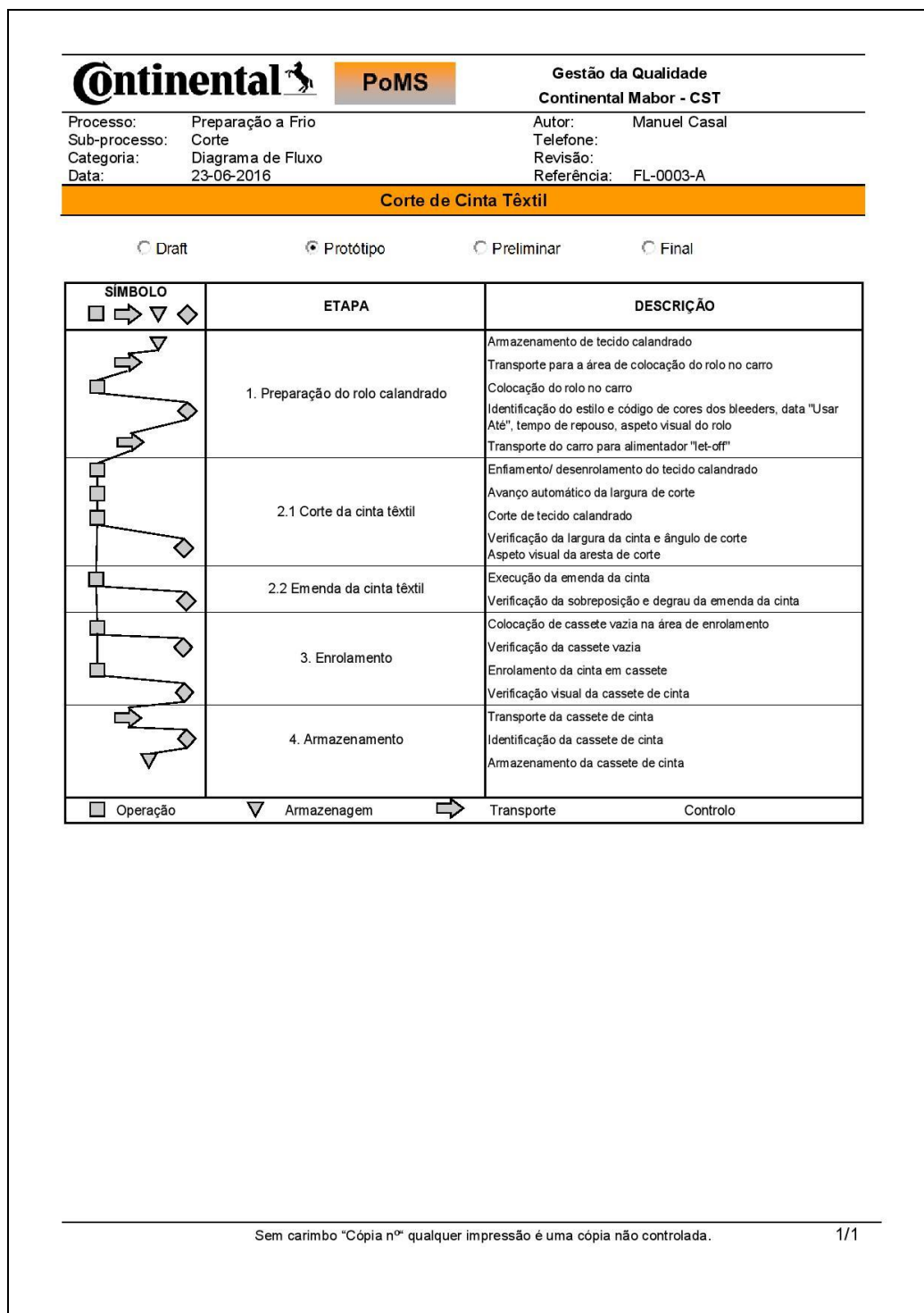


Figura I1 – Diagrama de Fluxo do processo “Corte de Cinta Têxtil”

Continental		PoMS		Gestão da Qualidade Continental Mabor - CST									
Processo: Preparação a Frio		Elaborado por: Manuel Casal											
Sub-Processo: Corte		Telefone:											
Tipo de documento: Plano de Controlo		Revisão:											
Data: 23-06-2016		Referência: CO-0003-A											
Corte de Cinta Têxtil													
Etapa	Item, Característica, Parâmetro	Referências Procedimento	Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela Amostra	Verificação	Avaliação	Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado Por	Durante	
1. Preparação do rolo calandrado	Identificação do estilo e código de cores do tecido	PR-0057	Visual	Cada rolo	-	-	DP	DP	Reter e chamar supervisor.	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	-	DP	
1. Preparação do rolo calandrado	Data "Usar Até:" e tempo de repouso	WI-0003-A Novo	Visual	Cada rolo	-	-	DP	DP	Reter e chamar supervisor	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	-	DP	
1. Preparação do rolo calandrado	Aspetto visual do rolo calandrado, material estranho, falta de borracha, etc	WI-0003-A Novo	Visual	Cada rolo	-	-	DP	DP	Eliminar partes afetadas	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	-	DP	
2.1 Corte da cinta têxtil	Largura da cinta têxtil	-	Equip. auto	Contínua	100%	Equipam. automático	Equipam. automático	Equipam. automático	Aviso para ação de ajuste ou rejeição do material	-	-	-	
2.1 Corte da cinta têxtil	Ângulo de corte	WI-0003-A Novo	Fita métrica (largura + hipotenusa)	1º corte / mudança ângulo	1 corte	DP	DP	DP-DATP	Ajustar ângulo e/ou avisar supervisor	FO-0003-A	DP	1 ano	
2.1 Corte da cinta têxtil	Parâmetros de setup: Largura de corte da cinta	WI-0003-A Novo	Régua metálica	1º corte / mudança largura	1 corte	DP	DP	DP-DATP	Segregar material e/ou avisar supervisor.	FO-0003-A	-	DP	
2.1 Corte da cinta têxtil	Aspetto visual da aresta do corte	PR-0078	Visual	100%	-	-	DP	-	Segregar material e/ou avisar supervisor.	-	-	DQ	
2.2 Emenda da cinta têxtil	Sobreposição da emenda da cinta	WI-0003-A Novo	Régua metálica	1º corte / mudança largura	1 corte	DP	DP	DP-DATP	Ajustar e/ou avisar supervisor.	FO-0003-A	-	DP	
2.2 Emenda da cinta têxtil	Degradu da emenda da cinta	WI-0003-A Novo	Régua metálica	1º corte / mudança largura	1 corte	DP	DP	DP-DATP	Ajustar e/ou avisar supervisor.	FO-0003-A	-	DP	
3. Enrolamento	Dispositivo Anti-Erro: Verificação do equipamento de corte de cassete varia	WI-0003-A Novo	Visual	1x/dia	-	DP	DP	DP-DATP	Avisar supervisor	FO-0003-A	DP	1 Ano	
3. Enrolamento	Aspetto visual, rugas, zonas danificadas, etc	-	Visual	100%	-	-	DP	DP	Assinalar cassete / zonas afetadas	Assinalar etiqueta das cassetes afetadas	-	DP	
4. Armazenamento	Identificação do material	PR-0057	Visual	100%	-	-	DP	DP	Segregar, informar supervisor	Etiqueta	-	DP	

Figura I2 – Plano de Controlo do processo “Corte de Cinta Têxtil”

Continental

POLIS

Gestão da Qualidade

Continental Mabor - CST

☐ Draft ☒ Protótipo ☐ Preliminar ☐ Final

Ref.: FO-0003-A

Rev.:

Orig.:

Restreabilidade e Controlo do processo de Corte de Cinta Têxtil

Data:	Turno:	Operador (nº/nome)	Verificação do equipamento de Detecção de Cassete Vazia										Operator (por setup)										Avaliado por: DAP
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Registo	cod.																						
Cinta têxtil	Estilo																						
	Nº Rolo																						
	Calandra																						
	Data de fabrico																						
Características (1º corte por mudança de medida)	Sobrep. Emenda ± 2 Desvio \pm (cordas)	LOO																					
	Degradação emenda ± 3 Desvio \pm (mm)	OI																					
	Largura da cinta ± 5 Desvio \pm (mm)	OI																					
	Ângulo corte ± 2 Desvio \pm (°)																						
Registo	cod.																						
Cinta têxtil	Estilo																						
	Nº Rolo																						
	Calandra																						
	Data de fabrico																						
Características (1º corte por mudança de medida)	Sobrep. Emenda ± 2 Desvio \pm (cordas)	LOO																					
	Degradação emenda ± 3 Desvio \pm (mm)	OI																					
	Largura da cinta ± 5 Desvio \pm (mm)	OI																					
	Ângulo corte ± 2 Desvio \pm (°)																						

LO = Lado do Operador; LOO = Lado Oposto do Operador

Figura I3 – Folha de Registo do processo “Corte de Cinta Têxtil”

ANEXO J: Estudo R&R

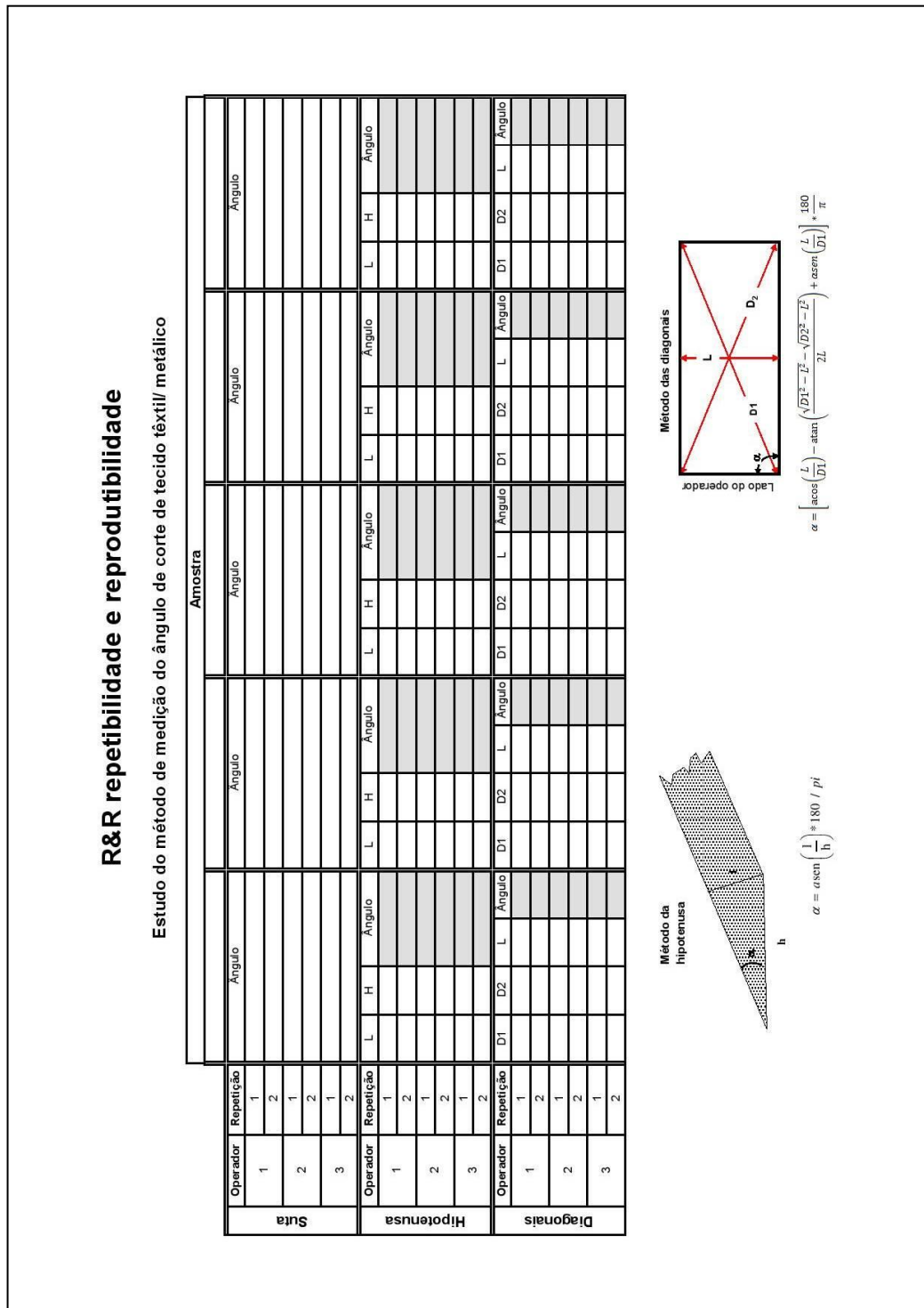
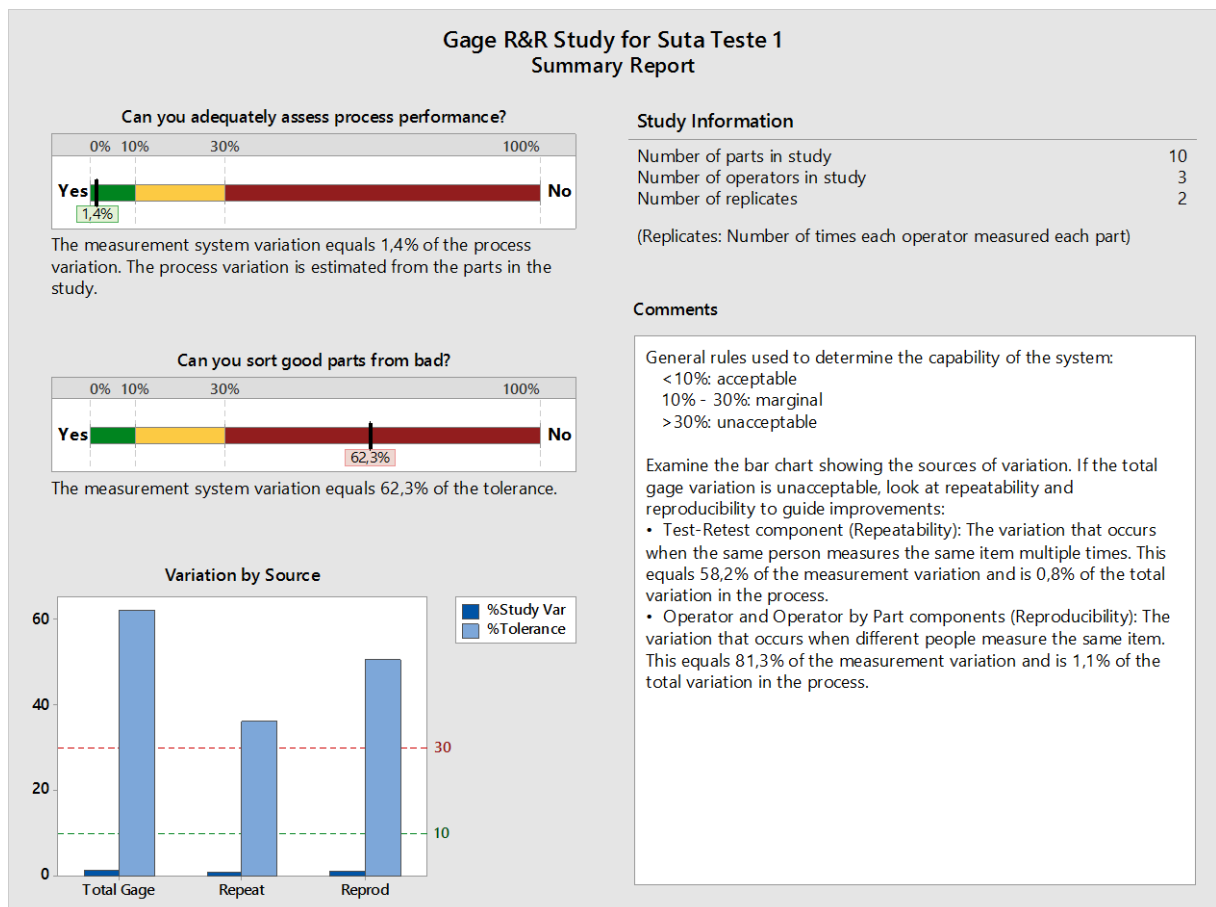
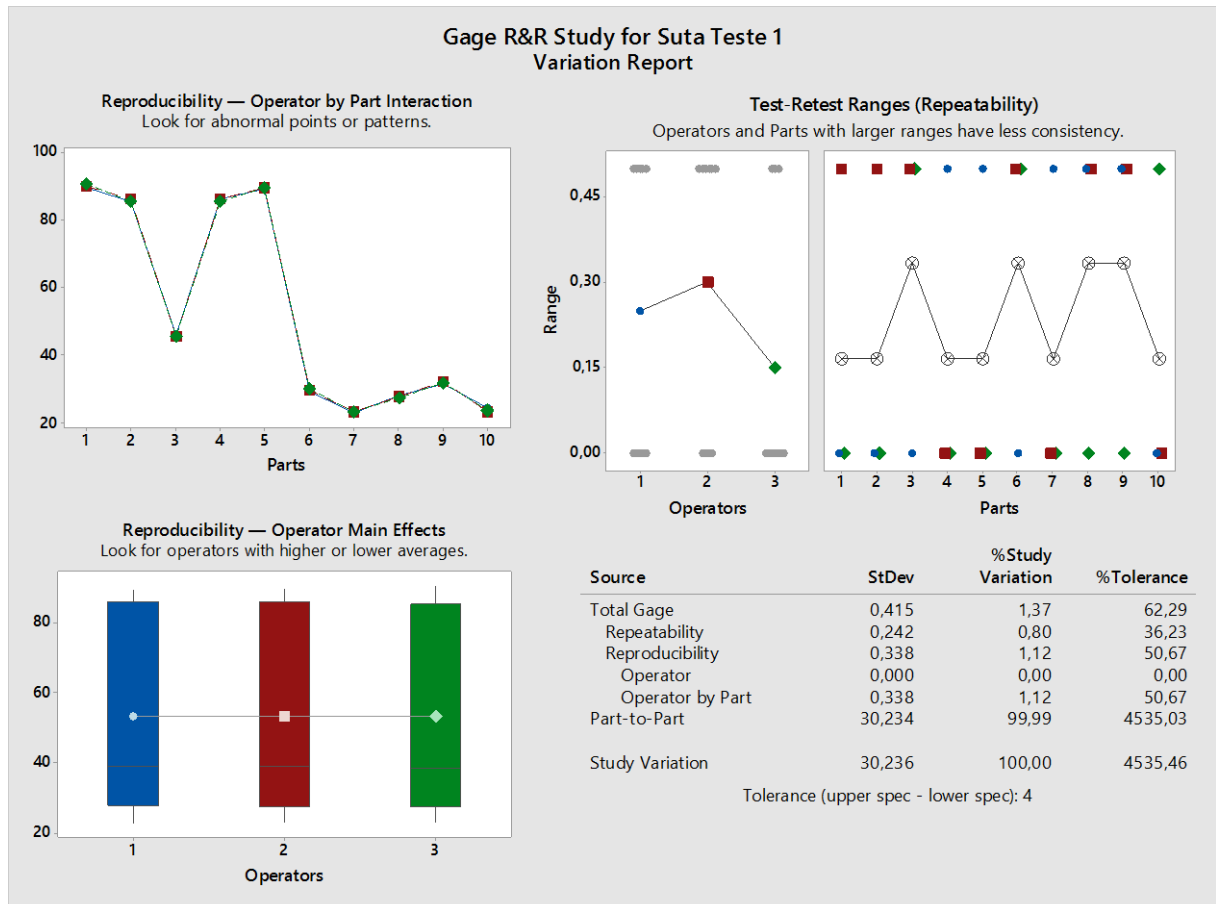
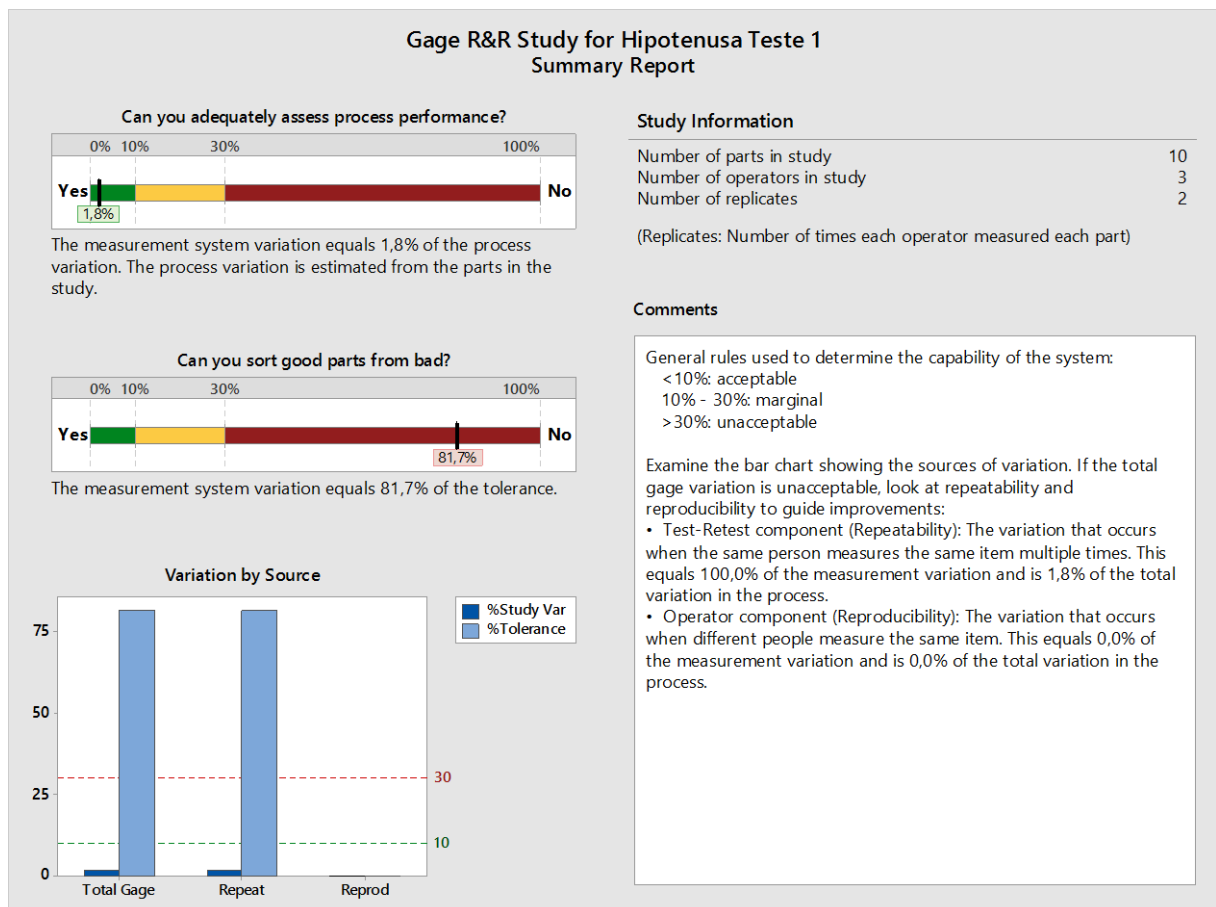
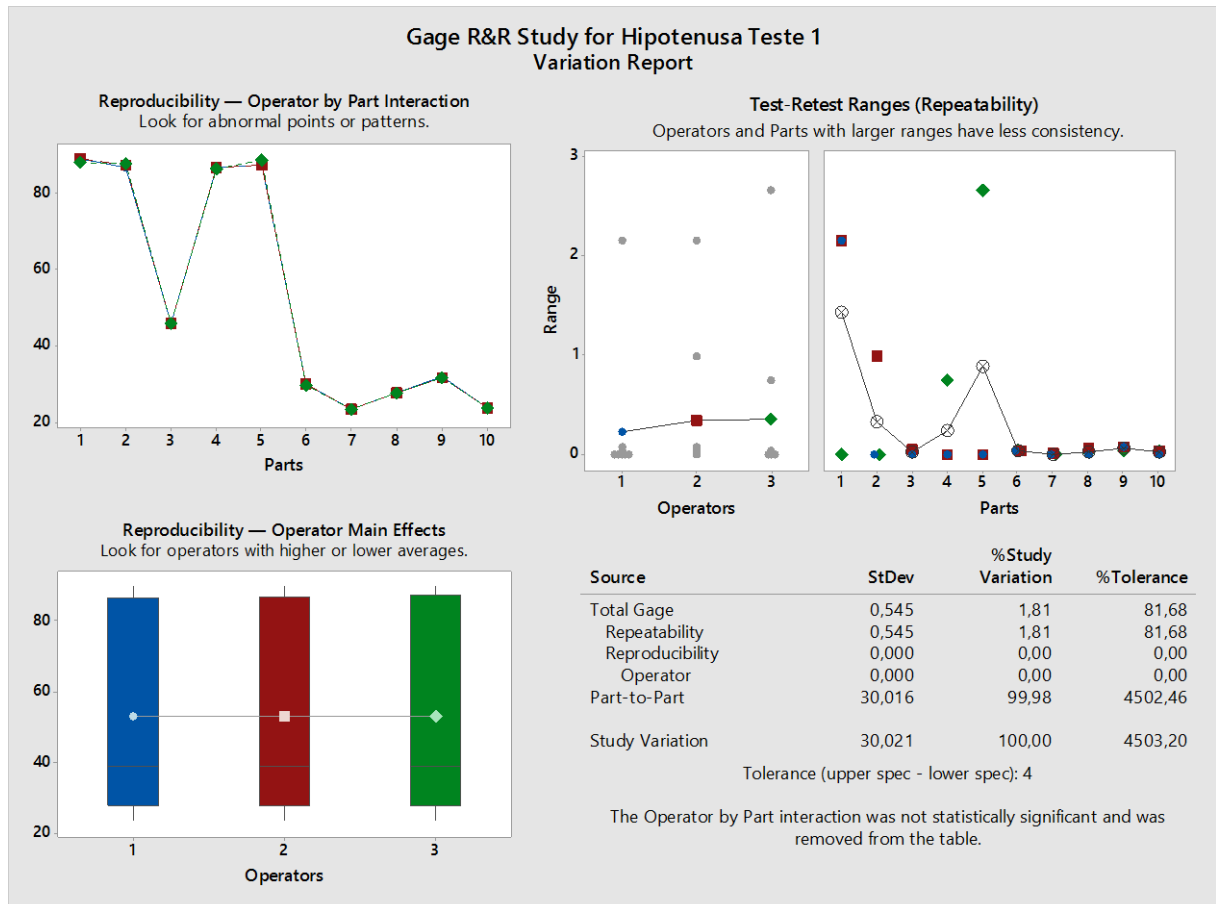


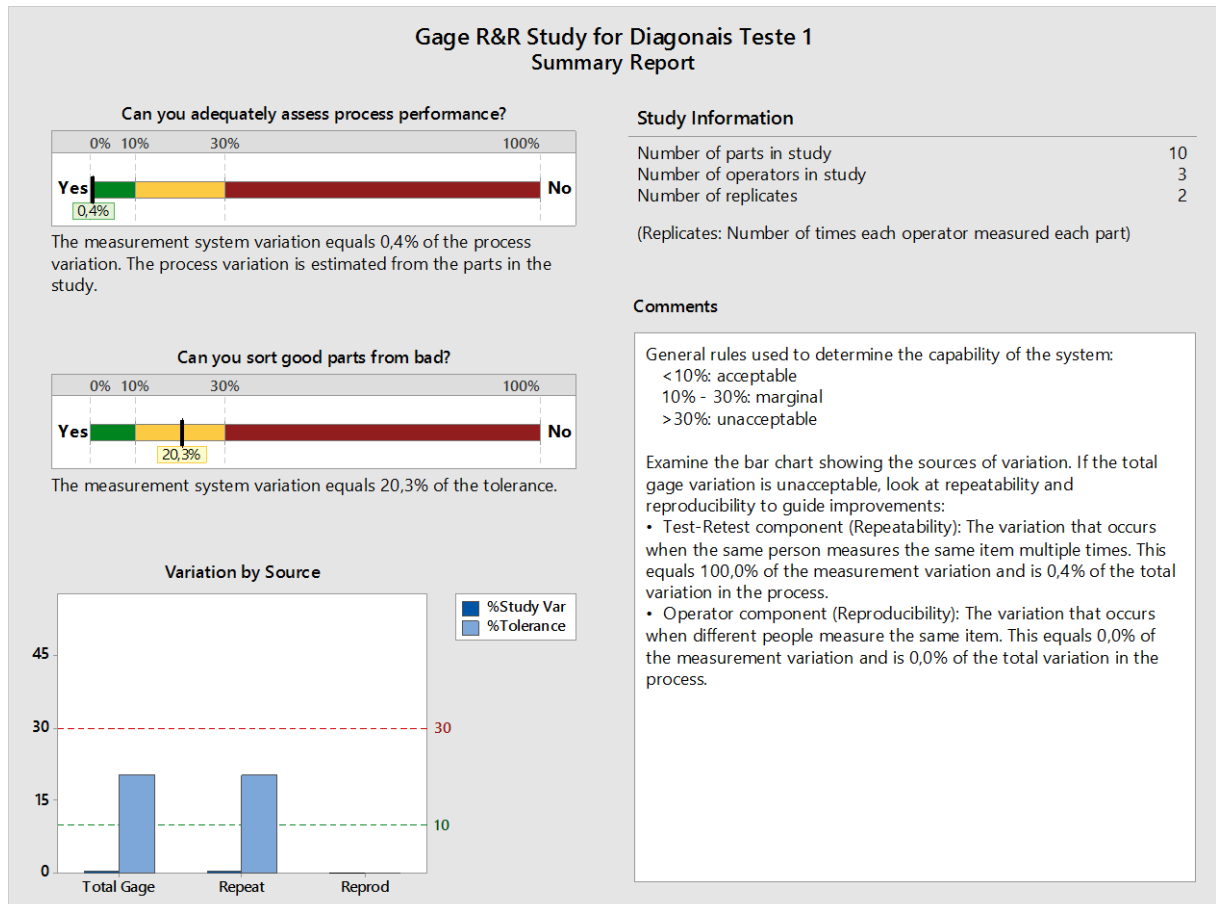
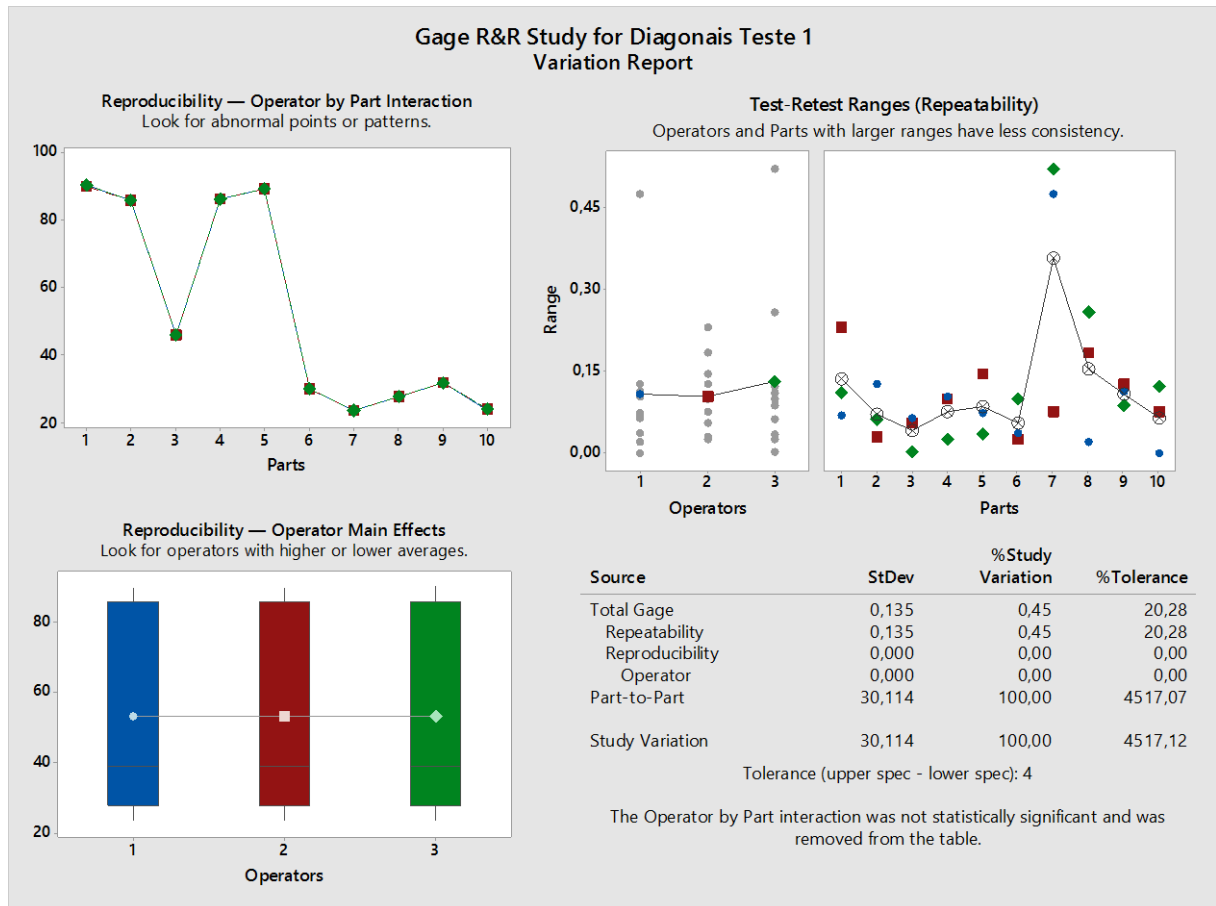
Figura J1 – Folha de recolha de dados do estudo R&R



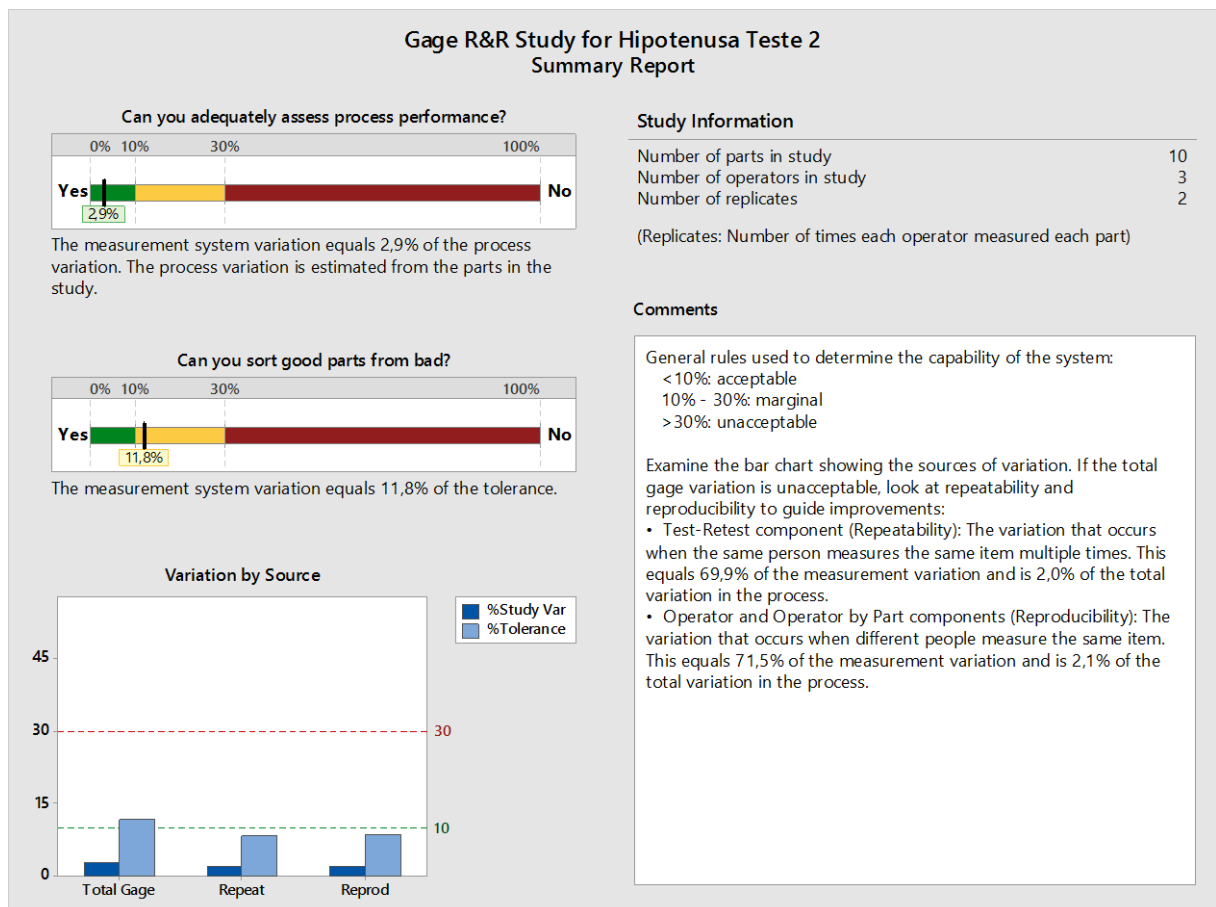
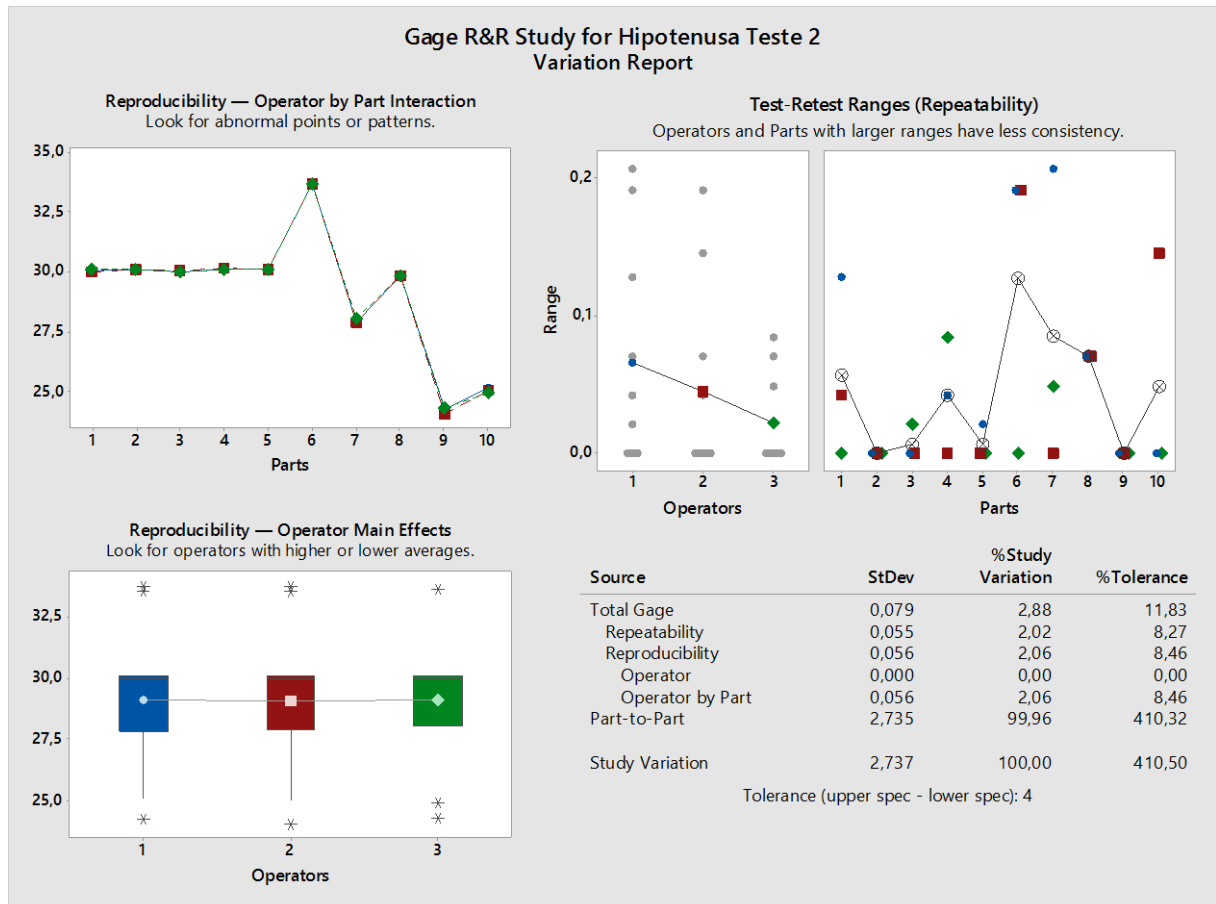
Figuras J2 e J3 – Relatório dos resultados do teste Suta 1



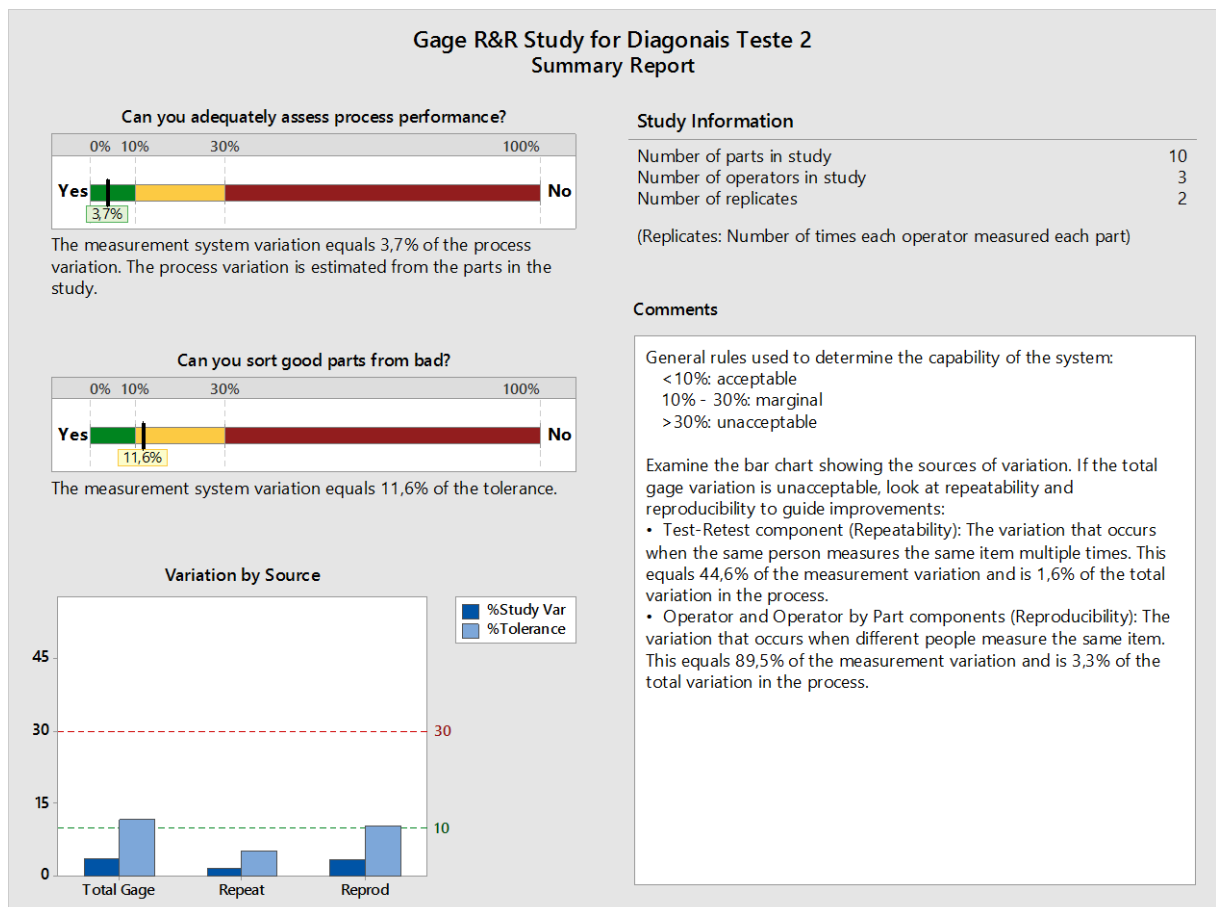
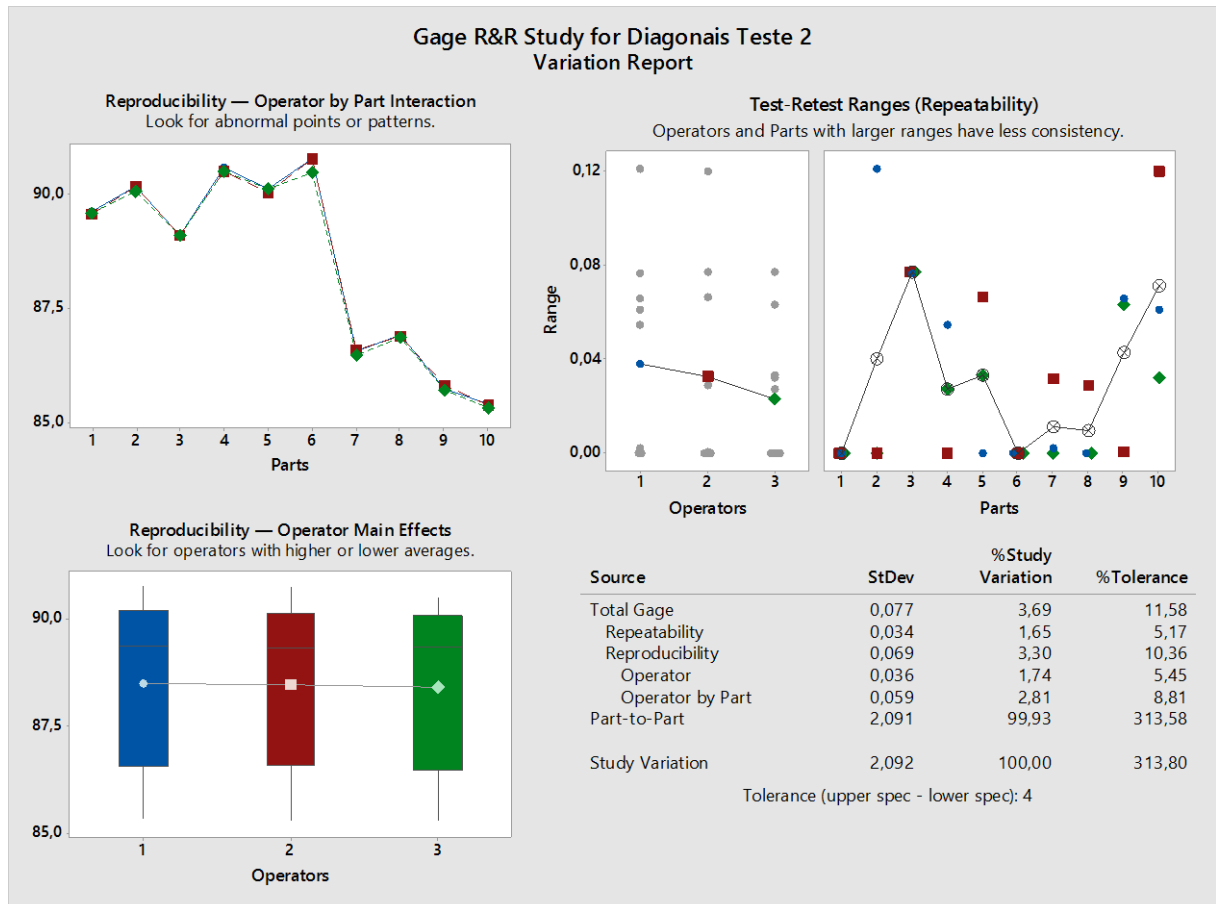
Figuras J4 e J5 - Relatório dos resultados do teste Hipotenusa 1



Figuras J6 e J7 - Relatório dos resultados do teste Diagonais 1



Figuras J8 e J9 - Relatório dos resultados do teste Hipotenusa 2



Figuras J10 e J11 - Relatório dos resultados do teste Diagonais 2

ANEXO K: Construção de Talões

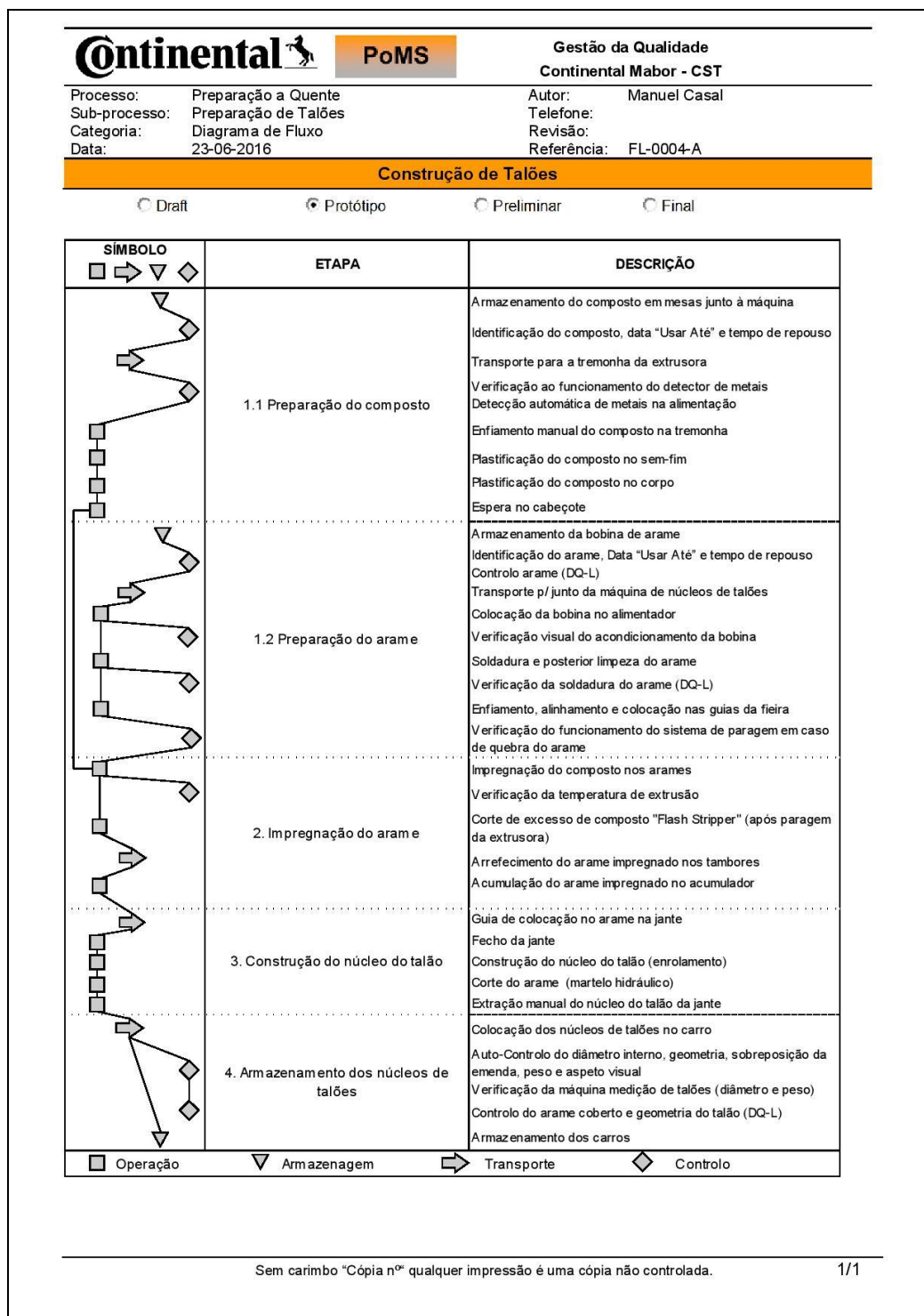


Figura K1 – Diagrama de Fluxo do processo “Construção de Talões”

Continental		PoMS		Gestão da Qualidade										
				Continental Mabor - CST										
Processo:		Preparação a Quente				Elaborado por: Manuel Casal								
Sub-Processo:		Preparação de Talões				Telefone:								
Tipo de documento:		Plano de Controlo				Revisão:								
Data:		23-06-2016				Referência: CO-0004-A								
Construção de Talões														
Etapa	Item, Característica, Parâmetro	Referências		Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela			Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado		
		Procedimento	Especificação				Amostra	Verificação	Avaliação					
1.1 Preparação do composto	Dispositivo Anti Erro: Verificação ao funcionamento do detetor de metais	WI-0279	-	1 proveite vermelho	1x/dia - início 1º turno	-	DP	DP	DP	DP-DATP	Segundo WI-0279	FO-0004-A	DP	1 Ano
1.1 Preparação do composto	Detecção automática de metais na alimentação	WI-0279	-	Equipam. Automát.	Continua	-	Equipam. Automát.	Equipam. Automát.	Equipam. Automát.	Segundo WI-0279	-	-	-	-
1.1 Preparação do composto	Identificação do composto e do arame.	PR-0057	SP-0077	Visual	Início turno, cada mesa composto e cada nova bobina	-	-	DP	DP	DP-DATP	Reter material e chamar supervisor	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	DP	1 Mês
1.2 Preparação do arame	Data "Usar Até" e tempo de repouso													
1.2 Preparação do arame	Dispositivo Anti Erro: Verificação do funcionamento do sistema de paragem em caso de quebra de arame	WI-0004-A Novo	-	Visual	Cada nova bobina	1 bobine	DP	DP	DP	DP	Chamar supervisor	FO-0004-A	DP	1 Ano
1.2 Preparação do arame	Verificação visual ao acondicionamento da bobina de arame de talão	-	-	Visual	1x/turno	-	DP	DP	DP	DP-DATP	Segundo PR-0079	FO-0004-A	DP	1 Ano
1.2 Preparação do arame	Controlo da Soldadura do arame de talões	MT-0031	SP-0081	Tensómetro	1x/mês x Máq. Soldar	10 soldaduras	DP	DQ-L	DQ-L	DQ-L	Segundo MT-0031	MT-0031	DQ-L	1 Ano
2. Impregnação do arame	Verificação da temperatura de extrusão	WI-0488	-	Pirómetro de agulha + leitor	2x/mês	1 medição + 1 leitura	DQ	DQ	DQ	DQ	Segundo WI-0488	Informático	DQ	5 Anos
2. Impregnação do arame	Folga dos parafusos da extrusora	WI-0129	-	Apalpa folgas	1x/ano	-	DP	DE-II	DE-II	DE-II	Segundo WI-0129	SIMP	DE-II	3 Anos
3. Construção do núcleo do talão	N/A													
4. Armazenamento dos núcleos de talões	Diâmetro interno do talão	WI-0004-A Novo	Especificação individual + SP-0089 novo	Máquina medição diâmetro talões	Início turno, início e final de cada corrida e de 2 em 2 horas	1 talão	DP	DP	DP	DP-DATP	Chamar supervisor	DataMyte 862 FO-0004-A	DQ	1 Ano
4. Armazenamento dos núcleos de talões	Geometria do talão: Largura e Altura	WI-0004-A Novo	Especificação individual + SP-0089 novo	Micrómetro	Início turno, início e final de cada corrida	1 talão	DP	DP	DP	DP-DATP	Chamar supervisor	DataMyte 862 FO-0004-A	DQ	1 Ano

Continental		PoMS		Gestão da Qualidade										
				Continental Mabor - CST										
Processo:		Preparação a Quente				Elaborado por: Manuel Casal								
Sub-Processo:		Preparação de Talões				Telefone:								
Tipo de documento:		Plano de Controlo				Revisão:								
Data:		23-06-2016				Referência: CO-0004-A								
Construção de Talões														
Etapa	Item, Característica, Parâmetro	Referências		Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela			Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado		
		Procedimento	Especificação				Amostra	Verificação	Avaliação					
4. Armazenamento dos núcleos de talões	Sobreposição da emenda do talão	WI-0004-A Novo	Especificação individual + SP-0089 novo	Fita métrica	Início turno, início e final de cada corrida	1 talão	DP	DP	DP	DP-DATP	Chamar supervisor	DataMyte 862 FO-0004-A	DQ	1 Ano
4. Armazenamento dos núcleos de talões	Peso do talão	WI-0004-A Novo	Especificação individual + SP-0089 novo	Balança digital	Início turno, início e final de cada corrida	1 talão	DP	DP	DP	DP-DATP	Chamar supervisor	DataMyte 862 FO-0004-A	DQ	1 Ano
4. Armazenamento dos núcleos de talões	Verificações visuais: alinhamento da emenda e das voltas, falta de borracha, geometria do talão, tira de reforço da emenda (se aplicável)	WI-0004-A Novo	-	Visual	1º e último talão de cada carro	1 talão	DP	DP	DP	DP-DATP	Chamar supervisor	Validação através das linhas coloridas de identificação	-	-
4. Armazenamento dos núcleos de talões	Padrão do Diâmetro do talão: Verificação da máquina de medição de talões	WI-0004-A Novo	-	Talão padrão e Máquina medição diâmetro	Início de turno	1 talão padrão	DP	DP	DP	DP-DATP	Chamar supervisor	DataMyte 862 FO-0004-A	DQ	1 Ano
4. Armazenamento dos núcleos de talões	Controlo do arame coberto	MT-0031	Especificação individual	-	1x/semana	1 talão	DQ-L	DQ-L	DQ-L	DQ-L	Segundo MT-0031	MT-0031	DQ-L	1 Ano
4. Armazenamento dos núcleos de talões	Controlo da geometria do talão (corte de secção)	MT-0031	Especificação individual	-	1x/semana	1 talão de cada geometria	DQ-L	DQ-L	DQ-L	DQ-L	Segundo MT-0031	MT-0031	DQ-L	1 Ano

Figuras K2 e K3 – Plano de Controlo do processo “Construção de Talões”

[]Observações especiais:

78

ANEXO L: Aplicação de Cunhas e Flippers

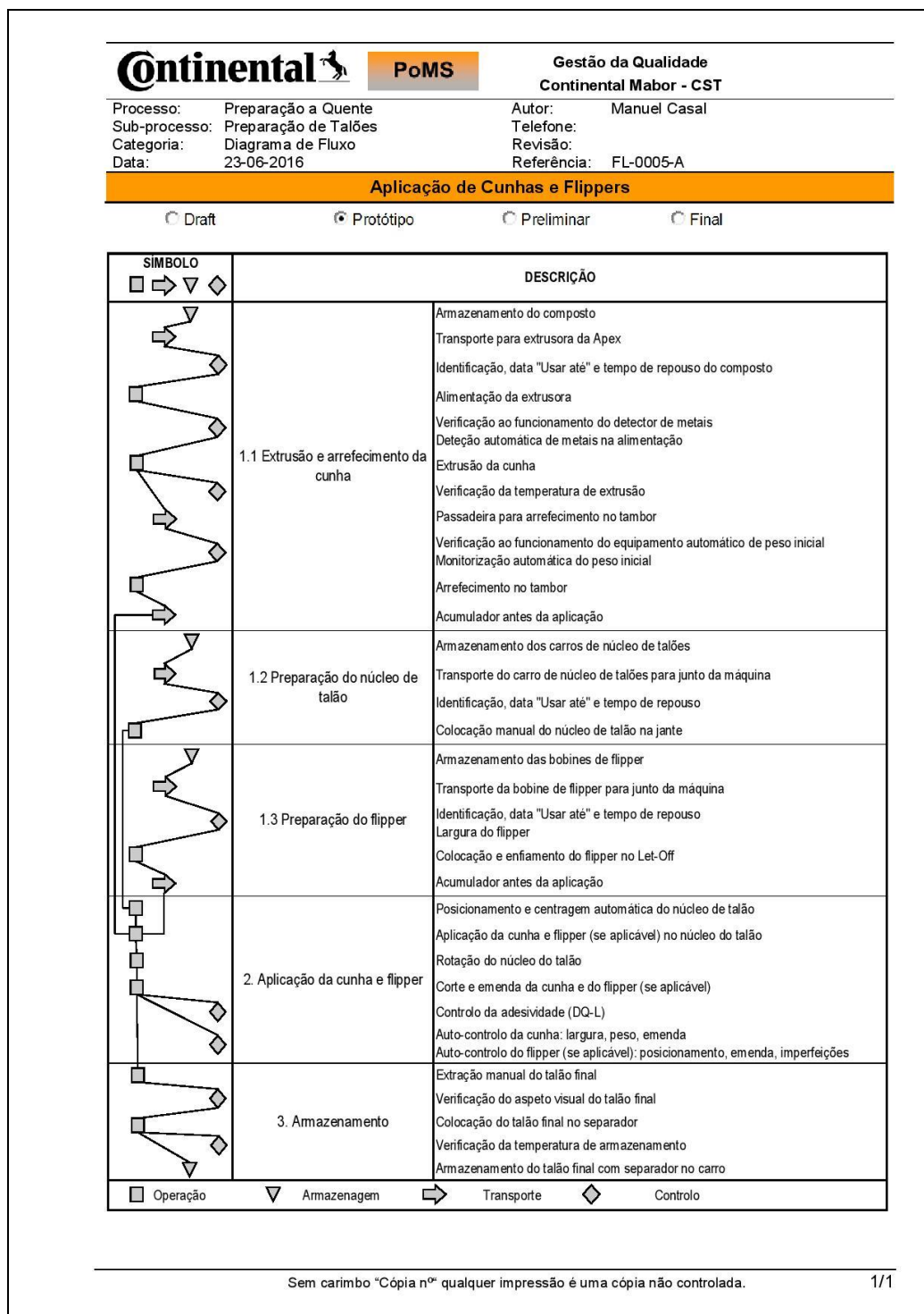



Figura L1 – Diagrama de Fluxo do processo “Aplicação de Cunhas e Flippers”

Continental		PoMS		Gestão da Qualidade								
				Continental Mabor - CST								
Processo:	Preparação a Quente	Elaborado por: Manuel Casal										
Sub-Processo:	Preparação de Talões	Telefone:										
Tipo de documento:	Plano de Controlo	Revisão:										
Data:	23-06-2016	Referência: CO-0005-A										
Aplicação de Cunhas e Flippers												
Etapa	Item, Característica, Parâmetro	Referências	Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela			Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado	
		Procedimento	Especificação			Amostra	Verificação	Avaliação		Por	Durante	
1.1 Extrusão e arrefecimento da cunha	Identificação, data "Usar até" e tempo de repouso do composto	PR-0057	SP-0077	Visual	Início turno, cada mesa composto	-	DP	DP-DATP	Reter material e chamar supervisor	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	DP	1 Mês
1.1 Extrusão e arrefecimento da cunha	Dispositivo Anti Erro: Verificação ao funcionamento do detetor de metais	WI-0279	-	1 provedor vermelho	1x/dia - início 1º turno	-	DP	DP-DATP	Segundo WI-0279	FO-0005-A	DP	1 Ano
1.1 Extrusão e arrefecimento da cunha	Detecção automática de metais na alimentação	WI-0279	-	Equipam. Automát.	Contínua	100%	Equipam. Automát.	Equipam. Automát.	Segundo WI-0279	-	-	-
1.1 Extrusão e arrefecimento da cunha	Temperatura de extrusão	WI-0005-A Novo	Especificação individual	Visual	Início de turno e cada mudança fiavel	1 leitura	DP	DP-DATP	Segundo PR-0079	FO-0005-A	DP	3 Anos
1.1 Extrusão e arrefecimento da cunha	Temperatura de extrusão	WI-0488	-	Pirómetro de agulha	1x/mês	1 leitura	DQ	DQ	Segundo PR-0079	Informático	DQ	5 Anos
1.1 Extrusão e arrefecimento da cunha	Verificação ao funcionamento do equipamento automático de peso inicial	WI-0005-A Novo	-	Equip. auto+padrão	1x/dia - início 1º turno	1 medição	DP	DP-DATP	Solicitar intervenção do DE e avisar supervisor	FO-0005-A	DP	1 Ano
1.1 Extrusão e arrefecimento da cunha	Monitorização automática do peso inicial	-	Especificação individual	Equipam. Automát.	Contínua	100%	Equipam. Automát.	Equipam. Automát.	Aviso para ação de ajuste	-	-	-
1.2 Preparação do núcleo de talão	Identificação, data "Usar até" e tempo de repouso	PR-0057	SP-0077	Visual	Início turno e cada carro de talões	-	DP	DP-DATP	Reter material e chamar supervisor	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	DP	1 Mês
1.3 Preparação do flipper	Identificação, data "Usar até" e tempo de repouso	PR-0057	SP-0077	Visual	Início de turno e cada mudança bobine	-	DP	DP-DATP	Reter material e chamar supervisor	Etiqueta de identificação (nº de operador, data e hora)	DP	1 Mês
1.3 Preparação do flipper	Largura do flipper	WI-0005-A Novo	Especificação individual	Régua	Início de turno e cada mudança bobine	1 bobine	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	1 Ano
2. Aplicação da cunha e flipper	Largura da cunha	WI-0005-A Novo	SP-0034 Novo	Paquímetro digital	Início de turno e cada mudança fiavel	1 cunha	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	3 Anos

Continental		PoMS		Gestão da Qualidade								
				Continental Mabor - CST								
Processo:	Preparação a Quente	Elaborado por: Manuel Casal										
Sub-Processo:	Preparação de Talões	Telefone:										
Tipo de documento:	Plano de Controlo	Revisão:										
Data:	23-06-2016	Referência: CO-0005-A										
Aplicação de Cunhas e Flippers												
Etapa	Item, Característica, Parâmetro	Referências	Método de Verificação	Frequência	Tamanho da Amostra	Responsabilidade pela			Reações a Condições Fora de Controlo	Registos	Arquivado	
		Procedimento	Especificação			Amostra	Verificação	Avaliação		Por	Durante	
2. Aplicação da cunha e flipper	Peso da cunha	WI-0005-A Novo	SP-0034 Novo	Balança	Início de turno e cada mudança fiavel	1 cunha	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	3 Anos
2. Aplicação da cunha e flipper	Emenda da cunha - degrau	WI-0005-A Novo	SP-0034 Novo	Aparelho medidor de profundidade	Início de turno e cada mudança fiavel	1 talão	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	1 Ano
2. Aplicação da cunha e flipper	Emenda da cunha - sobreposição	WI-0005-A Novo	SP-0034 Novo	Régua	Início de turno e cada mudança fiavel	1 talão	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	1 Ano
2. Aplicação da cunha e flipper	Posicionamento do flipper	WI-0005-A Novo	Especificação individual	Régua	Início de turno e cada mudança bobine	1 talão	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	1 Ano
2. Aplicação da cunha e flipper	Emenda do flipper - degrau	WI-0005-A Novo	Especificação individual	Aparelho medidor de profundidade	Início de turno e cada mudança bobine	1 talão	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	1 Ano
2. Aplicação da cunha e flipper	Emenda do flipper - sobreposição	WI-0005-A Novo	Especificação individual	Régua	Início de turno e cada mudança bobine	1 talão	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	1 Ano
2. Aplicação da cunha e flipper	Controlo de imperfeições no flipper (rugos, ar retido, nº emendas, distância entre emendas)	WI-0005-A Novo	-	Visual/ régua	Início de turno e cada mudança bobine	1 talão	DP	DP-DATP	Corrigir, reter talões desde a última verificação e solicitar disposição	FO-0005-A	DP	1 Ano
2. Aplicação da cunha e flipper	Controlo da adesividade	MT-0039	-	Aparelho medidor de adesividade	1x/semana	1 cunha	DQ-L	DQ-L	Segundo MT-0039	Informático	DQ-L	5 Anos
3. Armazenamento	Aspeto visual do talão final (emenda, alinhamento, ligação)	WI-0005-A Novo	-	Visual	Contínua	100%	DP	DP-DATP	Segundo PR-0079	-	-	-
3. Armazenamento	Temperatura de armazenamento	WI-0488	WI-0488	Pirómetro de agulha	1x/mês	1 leitura	DQ	DQ	Segundo PR-0079	Informático	DQ	5 Anos

Figuras L2 e L3 – Plano de Controlo do processo “Aplicação de Cunhas e Flippers”

Continental 		PoMS	Gestão da Qualidade	<input type="radio"/> Draft <input checked="" type="radio"/> Protótipo <input type="radio"/> Preliminar <input type="radio"/> Final	Ref: FO-0005-A
Continental Mabor - CST			Aplicação de Cunha		Rev.: Orig.
Data					
Turno					
Operador (nº/nome)					
Identificação (Início turno, mudança fleira)	Talão				
	Hora				
	Núcleo				
	Cunha				
	Nº Fleira				
Núcleos Telhas (Início turno, cada centro)	Identificação				
	Turno de fabrico				
	Data de fabrico				
	Geometria talão				
Composto A (Início turno, cada mesa)	Mesa 1	Identificação			
		Misturador			
		Cargas			
		Turno de fabrico			
	Mesa 2	Data de fabrico			
		Misturador			
		Cargas			
		Turno de fabrico			
		Data de fabrico			
Verificação Parâmetros (Início turno, mudança fleira)	Temperatura Extrusão (Max. 120°C)				
	Largura Cunha (mm)				
	Peso Cunha (mm)				
	Sobreposição Emenda (mm)				
	Degrau Emenda (mm)				

[illegible]

